

**T.C.**  
**SELÇUK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**WEB TABANLI OTOMATİK**  
**GPS VERİ İŞLEME SİSTEMİ TASARIMI**

**Süleyman Sırrı MARAŞ**  
**DOKTORA TEZİ**  
**HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**  
**Konya,2010**

T.C.  
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

WEB TABANLI OTOMATİK  
GPS VERİ İŞLEME SİSTEMİ TASARIMI

Süleyman Sırrı MARAŞ  
DOKTORA TEZİ  
HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez 25/06/2010 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği / ~~oyçokluğu~~ ile kabul edilmiştir.



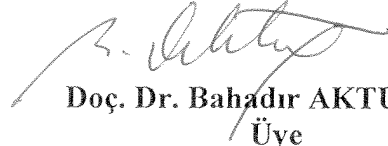
Prof. Dr. Cevat İNAL  
(Üye)



Prof. Dr. Novruz ALLAHVERDİ  
Üye



Doç. Dr. İ. Öztuğ BİLDİRİCİ  
(Üye)



Doç. Dr. Bahadır AKTUĞ  
Üye



Yrd. Doç. Dr. İsmail ŞANLIOĞLU  
(Danışman)

## ÖZET

### Doktora Tezi

## WEB TABANLI OTOMATİK GPS VERİ İŞLEME SİSTEMİ TASARIMI

Süleyman Sırrı MARAŞ

Selçuk Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. İsmail ŞANLIOĞLU

2010, 142 sayfa

**Jüri:** Prof. Dr. Cevat İNAL  
Prof. Dr. Novruz ALLAHVERDİ  
Doç. Dr. İ. Öztuğ BİLDİRİCİ  
Doç. Dr. Bahadır AKTUĞ  
Yrd. Doç. Dr. İsmail ŞANLIOĞLU

GPS gözlem ve çözüm tekniklerinde yeni yaklaşım ve yöntemlerin geliştirilmesi ile hassas sonradan hesaplama yöntemi kullanılarak nokta konum bileşenlerini elde etmek birçok disiplin için önemli hale gelmiştir. Deprem mühendisliği, jeofizik ve sismoloji çalışmaları, depremlerin önceden tahmini ve erken uyarı sistem tasarımları, deformasyon ve plaka hareketlerinin izlenmesi, jeodezik noktaların hassas konumlarının belirlenmesi gibi alanlarda GPS (Global Positioning System) teknolojilerinin yoğun olarak kullanılması gerekmektedir. Son yıllarda küresel veya ulusal alanda Sürekli Ölçen Referans İstasyonları (SÖRİ) ağlarının kurulması ve gerçek zamanlı kinematik GPS ağı çözüm metodu ile birkaç cm duyarlı konum belirleme pratik hale gelmiştir. Gerçek zamanlı kinematik GPS ağı yardımı ile konum belirlemede cm mertebesinde alınacak sonuçlar bir çok alanda yeterli olmaktadır. Ancak küresel veya ulusal alanda yapılacak yüksek duyarlılık gerektiren konum belirleme çalışmalarında gerçek zamanlı kinematik GPS ağı çözüm yöntemi yeterli olmayacaktır. Kullanıcı hassas konum bileşenlerini elde etmek için referans ağlarındaki istasyonların gözlem verisi ile kendi verisini güncel ve gelişmiş bilimsel yazılımlarla sonradan hesaplamak zorundadır.

Bilimsel amaçlı yazılımlar için kullanıcının GPS ve yazılım konusunda bilgi ve deneyimli olması gereklidir. Bu yazılımlar kullanılarak yapılacak değerlendirmelerde değiştirilecek her bir parametre ya da kullanılacak yanlış stratejiler elde edilecek sonuçlarda önemli farklılıklar meydana gelmesine neden olacaktır. Bununla beraber farklı disiplinlerde çalışıp sadece hassas konum bileşenlerine ihtiyacı olan araştırmacıların GPS ve/veya proses konusunda bilgisi de olmayabilir. Bu durumda yapılacak hesaplamalarda ve oluşturulacak veri tabanlarında farklı datumların ve koordinatların ortaya çıkması kaçınılmaz olacaktır. Küresel veya ulusal ağlardan sorumlu merkez kurum tarafından gerçek zamanlı hesap hizmetinin kullanıcılara sunulmasında yarar vardır.

Yukarıda bahsedilen fayda ve gereklilikler düşünülerek küresel veya ulusal bazda hassas post-proses ve analiz yapabilen web-tabanlı otomatik GPS veri işleme sistemi oluşturulmuştur. Sistem geri planda (sunucuda) tanınmış bilimsel yazılımlardan Gamit/GlobK'yi kullanmaktadır. Sadece Linux komut ortamında çalışan yazılımın web ortamında kullanıcıların hizmetine sunulabilmesi için Gamit/GlobK'nin birçok betiğinde değişiklik yapılmış, ilave birçok yazılım ve betikler gerçekleştirilip sistem aktif hale getirilmiştir. Sonuç olarak web tabanlı otomatik GPS veri işleme sistemi, kullanıcının internet üzerinden gönderdiği RINEX formatlı statik ölçü verisini, sürekli çalışan referans istasyonları ile birlikte otomatik prosese tabi tutup, sonuç ve analizleri kullanıcıya göndermektedir. Tez kapsamında hazırlanıp web-tabanlı olarak çalışan sistemin diğer benzer sistemlerle sonuçları karşılaştırılmış proses süresi ölçülmüştür.

**Anahtar kelimeler:** Sonradan hesaplama, Gerçek Zamanlı Kinematik GPS Ağı, Sürekli Ölçen Referans İstasyonları

## **ABSTRACT**

### **PhD Thesis**

## **DESIGN OF WEB-BASED AUTOMATIC GPS DATA PROCESSING SYSTEM**

**Süleyman Sırrı MARAŞ**

**Selçuk University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Geomatic Engineering**

**Supervisor: Assist. Prof. Dr. İsmail ŞANLIOĞLU**

**2010, 142 pages**

**Jury : Prof. Dr. Cevat İNAL  
Prof. Dr. Novruz ALLAHVERDİ  
Assoc. Prof. Dr. İ. Öztuğ BİLDİRİCİ  
Assoc. Prof. Dr. Bahadır AKTUĞ  
Assist. Prof. Dr. İsmail ŞANLIOĞLU**

It has been important for many disciplines to obtain position components through high precision post-processing techniques with the development of new approaches and methods and approaches. Today, it is necessary to employ Global Positioning System (GPS) intensively in areas such as earthquake engineering, geophysics and seismological studies, early warning and earthquake predictions systems, monitoring the deformation and plate tectonics, high precision determination of geodetic point coordinates. Establishment of national continuous networks (CORS) and cm level Network-RTK positioning has become a practical method. The centimeter level precision provided by Network-RTK is sufficient in many areas. However, for global and nation-wide applications demanding much higher precision, Network-RTK will not be sufficient. The users will still post-process their data with the up-to-date and improved scientific software along with the static data collected at reference stations to produce precise coordinate components.

Using academic-level scientific software requires a higher level of knowledge and experience. The wrong parameters and strategies to be used during the processing will seriously bias the obtained solutions. On the other hand, many users of various disciplines do not have to have a deeper understanding of the GPS and data processing. In this respect, it is inevitable to have different datums and coordinates in the solutions and databases to be formed. It is useful to provide an online processing service to the users by the institutions responsible for the global or national networks.

In this study, a web-based GPS data processing system capable of functioning at global or national scale was formed by considering the aforementioned uses and necessities. The system employs one of the most popular scientific software, Gamit/GlobK, in the background. Since Gamit/GlobK is developed to work as a stand-alone application in Linux platform, many built-in scripts were modified, additional software and scripts were added to run it in a web environment.

Consequently, a web-based automatic GPS data processing system takes the RINEX formatted static observation data as input, processes them automatically with the data of reference stations and sends the result and analyses to the user back. The web-based system prepared during the thesis study was also compared with other similar systems and processing times were measured.

**Key Words:** Post-process, Network-RTK, Continuously Operating Reference Stations

# İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iii</b>
<b>KISALTMALAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>TABLO LİSTESİ</b> .....	<b>ix</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....	<b>x</b>
<b>1 GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2 GLOBAL KONUMLAMA SİSTEMİ (GPS)</b> .....	<b>7</b>
2.1 GPS Tarihçesi ve Bölümleri.....	7
2.1.1 Uzay Bölümü .....	8
2.1.2 Kontrol Bölümü .....	12
2.1.3 Kullanıcı Bölümü.....	14
2.2 GPS Sinyali Yapısı.....	14
2.3 GPS Ölçme Yöntemleri .....	16
2.3.1 GPS Kod Gözlemleri.....	17
2.3.2 GPS Faz Gözlemleri .....	18
2.4 GPS Hata Kaynakları.....	20
2.4.1 Alıcı Saat Hatası .....	21
2.4.2 Uydu Saat Hatası .....	22
2.4.3 Uydu Yörünge Hatası .....	23
2.4.4 Troposferik Gecikme.....	23
2.4.5 İyonosferik Kırılma .....	25
2.4.6 Yansıma (Multipath) Hatası.....	27
2.5 Konumlama Türleri.....	27
2.5.1 Nokta Konumlama.....	28
2.5.2 Görelî Konumlama .....	28
2.6 Görelî Konumlama Matematiksel Modeller .....	29
2.6.1 Tekli Farklar.....	29
2.6.2 İkili Farklar.....	31
2.7 Diğer GNSS Sistemleri.....	32
<b>3 GPS VERİ DEĞERLENDİRME YAZILIMLARI</b> .....	<b>33</b>
3.1 Ticari Yazılımlar .....	33
3.2 Bilimsel Yazılımlar .....	33
3.2.1 BERNESE.....	34
3.2.2 GAMIT/GLOBK.....	35
3.2.3 GIPSY .....	36
<b>4 GAMIT/GLOBK YAZILIMI ÇALIŞMA PRENSİBİ</b> .....	<b>37</b>
4.1 Proses Öncesi Global ve Ayar Dosyaları .....	37
4.2 GAMIT Baz Vektörü Çözümü ve İş Akışı.....	56
4.3 GLOBK Ağ Dengelemesi İş Akışı .....	57

<b>5</b>	<b>ULUSLARARASI WEB TABANLI GPS DEĞERLENDİRME UYGULAMALARI.....</b>	<b>59</b>
5.1	SCOUT (Scripps Coordinate Update Tool) .....	59
5.2	AUSPOS (Australian Online Positioning Service).....	61
5.3	OPUS (Online Positioning User Service).....	65
5.4	CSRS-PPP, (Canadian Spatial Reference System Precise Point Positioning)....	68
5.5	Automated GIPSY Analyses.....	70
<b>6</b>	<b>WEB TABANLI ÇALIŞMALARDA SUNUCU ve İSTEMCİ TARAFI UYGULAMALARI.....</b>	<b>74</b>
6.1	HTML.....	74
6.2	Active Server Pages (ASP).....	75
6.3	Personal Home Page (PHP).....	75
6.4	Web_Tabanlı GPS Veri İşlemede PHP'nin Avantajları.....	75
6.5	JavaScript.....	76
6.6	Common Gateway Interface (CGI).....	77
6.7	Java Server Pages (JSP).....	78
6.8	Google Maps API.....	78
<b>7</b>	<b>GELİŞTİRİLEN WEB TABANLI OTOMATİK GPS VERİ İŞLEME SİSTEMİ .....</b>	<b>88</b>
7.1	GAMIT/GLOBK Ayarları.....	89
7.2	Kullanıcı Grafik Arayüzü .....	93
7.3	Otomatik Proses ve Sonuçların Online Sunumu .....	97
7.4	Otomatik Proses ve Sonuçların Gönderildiği email İçeriği.....	101
7.4.1	Karesel Ortalama Hata .....	101
7.4.2	WGS84 Datumu, ITRF2005'e Göre Jeodezik Koordinatlar .....	103
7.4.3	ITRF05'e Göre Kartezyen Koordinatlar .....	104
7.4.4	UTM Sağa ve Yukarı Değerleri.....	104
7.4.5	3° Gauss-Krüger Projeksiyonu Sağa ve Yukarı Değerleri .....	104
7.4.6	Global Kalman Filtreleme ve Sonuçları.....	104
7.4.7	Proses Planı .....	105
7.4.8	Düzeltilmelerin Azimut ve Yükseklik Açısına Bağlı Dağılımı .....	106
7.4.9	Anten Faz Merkezi Değişimi .....	107
7.5	Uluslararası Web-Tabanlı GPS Değerlendirme Sistemlerle Karşılaştırma.....	109
7.5.1	CSRS-PPP, (Canadian Spatial Reference System Precise Point Pos.) ....	109
7.5.2	AUSPOS (Australian Online Positioning Service) .....	109
7.5.3	OPUS (Online Positioning User Service) .....	110
7.5.4	SCOUT (Scripps Coordinate Update Tool).....	110
7.5.5	Automated GIPSY Analyses .....	111
7.5.6	Tez kapsamında yapılan proje; OGS (Online GPS Process ) .....	111
7.6	Sistemin Proses Süresi .....	113
7.7	Web Tabanlı Otomatik GPS Veri İşleme Sistemi Arayüzü Akış Diyagramı ...	115
<b>8</b>	<b>SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>119</b>
	<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>123</b>



## KISALTMALAR

<b>AB</b>	: Avrupa Birliği
<b>ABD</b>	: Amerika Birleşik Devletleri
<b>ADSL</b>	: Asymmetric Digital Subscriber Line
<b>APL</b>	: Applied Physics Laboratory
<b>APPS</b>	: Automatic Precise Positioning Service
<b>ASCII</b>	: American Standard Code for Information Interchange
<b>ASP</b>	: Active Server Pages
<b>AUSPOS</b>	: Online GPS Processing Service
<b>BÖHHBÜY</b>	: Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği
<b>CA</b>	: Coarse Acquisition
<b>CDDIS</b>	: Crustal Dynamics Data Information System
<b>CGI</b>	: Common Gateway Interface
<b>CODE</b>	: Center for Orbit Determination Europe
<b>CORS</b>	: Continuously Operating Reference Stations
<b>CSRC</b>	: California Spatial Reference Center
<b>CSRS-PPP</b>	: Canadian Spatial Reference System-Precise Point Positioning
<b>DGPS</b>	: Differential GPS
<b>ECMA</b>	: European Computer Manufacturers Association
<b>EDGE</b>	: Enhanced Data rates for GSM Evolution
<b>EOP</b>	: Earth Orientation Parameter
<b>ESA</b>	: European Space Agency
<b>FTP</b>	: File Transfer Protocol
<b>GA</b>	: Geoscience Australia
<b>GDA</b>	: Geodetic Datum of Australia
<b>GLONASS</b>	: Global Navigation Satellite System
<b>GMF</b>	: Global Mapping Function
<b>GMT</b>	: Generic Mapping Tools
<b>GNSS</b>	: Global Navigation Satellite Systems
<b>GPRS</b>	: General Packet Radio Service
<b>GPS</b>	: Global Positioning System
<b>GSM</b>	: Global System for Mobile Communications
<b>HGK</b>	: Harita Genel Komutanlığı
<b>HTML</b>	: HyperText Markup Language
<b>HTTP</b>	: Hypertext Transfer Protocol
<b>IERS</b>	: International Earth Rotation Service
<b>IGPP</b>	: Institute of Geophysics and Planetary Physics
<b>IGS</b>	: The International GNSS Service
<b>ISS</b>	: Inertial Survey System
<b>ISS</b>	: Internet Information Services
<b>ITRF</b>	: International Terrestrial Reference Frame
<b>İKÜ</b>	: İstanbul Kültür Üniversitesi
<b>JPL</b>	: Jet Propulsion Laboratory
<b>JSP</b>	: Java Server Pages
<b>KB</b>	: KiloByte

<b>MHz</b>	: Megahertz
<b>MIT</b>	: Massachusetts Institute of Technology
<b>NAD-83</b>	: North American Datum 1983
<b>NASA</b>	: National Aeronautics and Space Administration
<b>NAVSTAR</b>	: Navigation System with Time And Ranging
<b>NGS</b>	: National Geodetic Survey
<b>NMF</b>	: New Mapping Function
<b>NNSS</b>	: Navy Navigational Satellite System
<b>NOAA</b>	: National Oceanic and Atmospheric Administration
<b>NRCAN</b>	: Natural Resources Canada
<b>NRMS</b>	: Normalized Root Mean Square
<b>NSF</b>	: National Science Foundation
<b>NTRIP</b>	: Networked Transport of RTCM via Internet Protocol
<b>OOP</b>	: Object Oriented Programming
<b>OPUS</b>	: On-line Positioning User Service
<b>PDF</b>	: Portable Document Format
<b>PHP</b>	: Personal Home Page
<b>PPP</b>	: Precise Point Positioning
<b>PRN</b>	: Pseudo Random Noise
<b>RINEX</b>	: Receiver INdependent EXchange
<b>RMS</b>	: Root Mean Square
<b>RTCM</b>	: Radio Technical Commission for Maritime Services
<b>RTK</b>	: Real-time Kinematic
<b>SA</b>	: Selective Availability
<b>SCIGN</b>	: Southern California Integrated GPS Network
<b>SCOUT</b>	: Scripps Coordinate Update Tool
<b>SINEX</b>	: Solution / Software Independent Exchange Format
<b>SIO</b>	: Scripps Institution of Oceanography
<b>SLR</b>	: Satellite Laser Ranging
<b>SQL</b>	: Structured Query Language
<b>SOPAC</b>	: Scripps Orbit and Permanent Array Center
<b>TAI</b>	: International Atomic Time
<b>TBMYO</b>	: Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu
<b>TEQC</b>	: Translate Edit Quality Control
<b>TKGM</b>	: Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü
<b>TUSAGA-Aktif</b>	: Türkiye Ulusal SAbit GPS Ağı-Aktif
<b>TÜBİTAK</b>	: Türkiye Bilimsel Araştırma ve Geliştirme Kurumu
<b>UCAR</b>	: University Corporation for Atmospheric Research
<b>UCSD</b>	: University of California, San Diego
<b>UNAVCO</b>	: University NAVSTAR Consortium
<b>URL</b>	: Uniform Resource Locator
<b>UT1</b>	: Universal Time
<b>UTC</b>	: Universal Time Coordinated
<b>UTM</b>	: Universal Transverse Mercator Projection
<b>VLBI</b>	: Very Long Baseline Interferometry
<b>VMF1</b>	: Vienna Mapping Function
<b>WGS-84</b>	: World Geodetic System 1984

## TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
<b>Tablo 2-1</b> GPS Uyduları yörüngeye yerleştirme ve faaliyet tablosu.....	12
<b>Tablo 2-2</b> GPS taşıyıcı dalgaları ve kodlarına ait bilgiler .....	16
<b>Tablo 5-1</b> Gözlem tarihi ile proses tarihi farkının doğruluğa etkisi .....	64
<b>Tablo 6-1</b> Google Map sınıf ve fonksiyonları .....	80
<b>Tablo 6-2</b> Google Maps yakınlaştırma düzeyi piksel metre karşılığı .....	83
<b>Tablo 7-1</b> Sistem aşamaları ve kullanılan programlar.....	89
<b>Tablo 7-1</b> NRMS değerleri.....	102
<b>Tablo 7-2</b> Desimal derece formatında .....	103
<b>Tablo 7-3</b> Derece dakika saniye formatında.....	103
<b>Tablo 7-4</b> Kartezyen koordinatlar .....	104
<b>Tablo 7-5</b> UTM sağa ve yukarı değerleri .....	104
<b>Tablo 7-6</b> (3) Derecelik gauss-krüger projeksiyonu sağa ve yukarı değerleri .....	104
<b>Tablo 7-7</b> Kalman filtreleme sonuçları.....	105
<b>Tablo 7-8</b> Mers0330.09o Noktası kartezyen koordinat karşılaştırması.....	112
<b>Tablo 7-9</b> Proses süresi değişimi .....	114
<b>Tablo 7-10</b> Proses süresi değişimi .....	114

## ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1-1 Web-tabanlı hassas post-proses hizmeti.....	3
Şekil 2-1 GPS uydularının 6 düzlemde yörüngeleri .....	9
Şekil 2-2 Block I uydusu .....	9
Şekil 2-3 Uydularda bulunan atom saati .....	10
Şekil 2-4 Block IIA uydusu .....	10
Şekil 2-5 Block IIR uydusu .....	11
Şekil 2-6 Block IIIA uydusu .....	11
Şekil 2-7 NAVSTAR kontrol bölümü (URL-14,2010) .....	13
Şekil 2-8 GPS uydu sinyal bileşenleri (Rizos, 1997).....	15
Şekil 2-9 Taşıyıcı dalga faz belirsizliği .....	19
Şekil 2-10 GPS hata bütçesi.....	21
Şekil 2-11 Uydu saat hatalarının GPS alıcılara etkisi.....	22
Şekil 2-12 Tekli fark gözlemleri .....	30
Şekil 2-13 İkili fark gözlemleri.....	31
Şekil 4-1 Günlük çözümlerin elde edilmesi.....	56
Şekil 4-2 Tekrarlılık analizi .....	57
Şekil 4-3 GLOBK ağ dengelemesi iş akışı .....	57
Şekil 5-1 SCOUT Web sitesi arayüzü (URL-6, 2008) .....	61
Şekil 5-2 AUSPOS Web sitesi arayüzü (URL-3, 2008) .....	63
Şekil 5-3 Gözlem süresinin doğruluğa etkisi .....	64
Şekil 5-4 OPUS Web sitesi arayüzü (URL-5, 2008) .....	68
Şekil 5-5 CSRS-PPP Web sitesi arayüzü (URL-4, 2008).....	69
Şekil 5-6 Auto GIPSY Web sitesi arayüzü (URL-1, 2008).....	70
Şekil 5-7 APPS Web (URL-2, 2010).....	71
Şekil 6-1 Google haritalarının saklandığı dizin formatı .....	83
Şekil 7-1 Profesyonel kullanıcılar için ayarlar penceresi .....	90
Şekil 7-2 Çözüm şekli açılır penceresi.....	90
Şekil 7-3 Giriş sayfası.....	93
Şekil 7-4 Hatalı dosya uzantısı uyarı penceresi .....	94
Şekil 7-5 Anten yüksekliği giriş penceresi .....	94
Şekil 7-6 Alıcı anteni marka seçimi.....	95
Şekil 7-7 Alıcı anteni model seçimi.....	96
Şekil 7-8 Dosyaların sunucuya yüklenmesi .....	97
Şekil 7-9 Kullanıcının gözlem dosyasının konumunun harita üzerinde gösterilmesi	98
Şekil 7-10 FTP ile en yakın IGS noktaları verilerinin alınması .....	98
Şekil 7-11 Sonuçların Google Maps aracılığı ile sunumu .....	99
Şekil 7-12 NRMS değerleri popup penceresi .....	100
Şekil 7-13 Kartezyen koordinatlar .....	100
Şekil 7-14 Jeodezik koordinatlar .....	101
Şekil 7-15 Proses planı .....	106
Şekil 7-16 Skyplot grafiği.....	107
Şekil 7-17 ANKR IGS istasyonu anten faz merkezi değişimi grafiği .....	108
Şekil 7-18 ZECK IGS istasyonu anten faz merkezi değişimi grafiği .....	108
Şekil 7-19 Proses süresi değişimi grafiği.....	114

<b>Şekil 7-20</b> Proses süresi değişimi grafiği.....	114
<b>Şekil 7-21</b> Akış diyagramı .....	116
<b>Şekil 7-22</b> Akış diyagramı .....	117
<b>Şekil 7-23</b> Akış diyagramı .....	118

## 1 GİRİŞ

Global Konumlama Sistemi (GPS, Global Positioning System) dünya etrafında yapay uydulardan gönderilen radyo sinyallerinin yeryüzündeki alıcılar yardımıyla işlenerek bulunan nokta konumunun belirlenmesinde kullanılmaktadır. Sistem sayesinde uzayda koordinatları belirli en az 4 uydunun alıcıya uzaklığının tespiti ile alıcının koordinatları hesaplanmaktadır. Önceleri Askeri amaçlı düşünülen sistem günümüzde kullanım yoğunluğu ve çeşitliliği bakımından sivil kullanıcılara her alanda daha çok hizmet vermektedir.

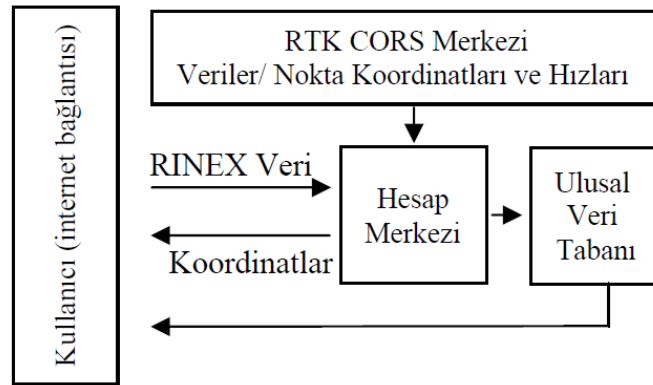
Günümüzde jeodezik uygulamalarda ya da yüksek doğruluk gerektiren çalışmalarda GPS ile nirengi sıklaştırması yapılmadan aplikasyon yapılmamaktadır. 15 Temmuz 2005 tarihli Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliğine (BÖHHBÜY) göre, jeodezik noktaların koordinatlarının hesaplanmasında en az ikisi sabit olmak üzere, çoğu zaman en az dört GPS alıcısı kullanılmaktadır. Bununla beraber harita üreten şirket veya kurumlar ayrıca satın almış oldukları GPS veri işleme ve dengeleme yazılımıyla proses yapmaktadırlar. İlgili birçok kurum tarafından ithal olarak Türkiye'ye getirilen GPS donanım ve yazılımlarına önemli yatırımlar yapılmıştır. Tek frekanslı jeodezik alıcıların 5,000 USD ve çift frekanslı alıcıların da 15,000-20,000 USD fiyat aralığında olduğu günümüzde kullanıcıya referans noktalarına konuşlandırılan 2 adet alıcı için yaklaşık 40,000 USD gibi fazladan bir yatırım maliyeti gelmektedir. Ayrıca, GPS yazılımı, ölçüm anında referans noktalara ulaşım, orada bir başka alıcının konuşlandırılması da yoğun emek ve ek maliyet getirmektedir. Oysa çok az alıcı gereksinimiyle ve bir merkezden veri işlemeye büyük ölçekli harita yapım yönetmeliğine uygun standartlarda nokta üretimi yapılabilmesi olanaklıdır.

Ulusal bazda günümüzde Türkiye Bilimsel Araştırma ve Geliştirme Kurumu (TÜBİTAK) sponsorluğunda, Harita Genel Komutanlığı (HGK), Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü (TKGM) ve İstanbul Kültür Üniversitesi (İKÜ) arasında ortaklaşa yürütülen CORS-TR (TUSAGA-Aktif) sürekli sabit istasyonları ağı adı altındaki

proje Mayıs 2009 itibari ile tamamlanmıştır. Projenin temellerine göz atacak olursak; oluşturulan sistemin kullanıcı (abone) bazında gerçek zamanlı ve kinematik (Real-Time Kinematic-RTK) çalıştığını görebiliriz. Bu ağın ölçüleri, gerçek zamanlı faz düzeltmeleri ya da referans istasyonları şeklinde kullanılabilir. Sistemin gerçek zamanlı çalışabilmesi için bir veri iletişimine ihtiyaç duyulmaktadır. İki tür veri iletişimi söz konusudur. Alıcının merkeze gönderdiği ve merkezden alıcıya dönen verilerin yanı sıra ayrıca sistemin kendi içerisinde 147 istasyon ile yapacağı iletişim ve bu 147 istasyonun verilerinin anlık olarak alınıp HGK'da bulunan merkezde değerlendirilip alıcıya tekrar gönderilmesi söz konusudur. Kısaca sistem alıcının konumlandığı bölgeye göre çevredeki en yakın ve en uygun sabit istasyonların seçilip alıcının bulunduğu koordinata düzeltme getireceği için o istasyonların hepsinden veriyi anlık çekmek durumunda olacak ve bunlar da iletişim maliyetleri getirecektir. Sonuçta veri iletişimi Türk Telekom ADSL İnternet (NTRIP) ve Turkcell GPRS/EDGE ve İnternet (NTRIP) üzerinden olmaktadır. Böylece, herhangi bir telefon operatörüne abonelik gerekecektir. Ayrıca kullanıcı kendi GPS alıcısının portlarından ilgili veriyi ve yaklaşık koordinatlarını merkeze gönderip gelen düzeltmeyi de o portlardan alıp işlenmesi için bir veri aktarma aparatına ihtiyaç duyacaktır. Bu veri aktarma aparatı GPRS üzerinden GSM operatörü desteği ile çalışacaktır. Başka bir deyişle kullanıcının alıcısına haricen takılacak ayrı bir donanıma ve GSM aboneliğine ihtiyacı olacaktır. Sonuç olarak söz konusu tüm bu donanımlar bir maliyet getirecektir.

Türkiye'de yaklaşık olarak 3000 civarında çift frekanslı jeodezik alıcı olduğu tahmin edilmektedir. Fiyatları 20-30 Bin dolar civarında olan bu alıcıların TUSAGA-Aktif (Türkiye Ulusal Sabit GPS Ağı-Aktif) kapsamında kullanılması için RTK özelliğine sahip olmaları gerekmektedir. Dolayısı ile RTK alıcı özelliği olmayan alıcılarda donanım güncellenmesi gerektiğinden birçok alıcı bu anlamda kullanılamayacaktır. Muhtemelen mevcut alıcılardan bazılarının güncellenmesi mümkün olmayacak ve sistem ile çalışmak için yeni alıcı almak gerekecektir. Bu durum da bir maliyet getirecektir.

CORS-TR Sisteminin amaçları içinde önde gelen faktörlerden biri Türkiye genelinde 7/24 saat coğrafi konumları hem gerçek zamanda (RTK), hem de post-proses ile hızlı, ekonomik ve duyarlı belirlemektir. Ancak sistemin RTK kısmı otomatik olarak çalışsa da post-proses için sonuçlar anlık veya web-tabanlı bir sistem üzerinden alınamamaktadır. Post-proses yapmak için kullanıcı referans olarak kullanabileceği istasyon verilerini sistemden alacak ve herhangi bir GPS proses yazılımı ile proses yapacaktır. Bu durumda konunun uzmanı olsun ya da olmasın herkes tarafından yapılacak hesaplamalarda ve oluşturulacak veri tabanlarında farklı datumların ve koordinatların ortaya çıkması kaçınılmaz olacaktır. Bu da o ülke içerisinde kurumlar arası projelerde sorunların yaşanmasına neden olacaktır. Bu bağlamda; ulusal ağlardan sorumlu merkez kurum tarafından Şekil 1-1’de görüldüğü gibi bir gerçek zamanlı (online) hesap hizmetinin kullanıcılarına sunulmasında yarar vardır. Böyle bir hizmet aynı zamanda kaynak israfını önleyerek, merkez kurum veri tabanına sürekli ve istenen standartta güncel veri akışını da sağlayacaktır. Şekil 1-1’de görüleceği gibi, genelde herhangi bir kullanıcı internet bağlantısı vasıtasıyla örneğin en az 1 saatlik statik ölçülmüş veri dosyasını RINEX formatında göndermekte ve bu veriler hesap merkezinde gerekli değerlendirme işlemine tabi tutulduktan sonra kullanıcıya koordinat ve hız bilgisi olarak geri dönmekte, ayrıca ulusal veri tabanına hem RINEX hem de sonuç koordinatlar olarak eklenmektedir (Kahveci,2009).



Şekil 1-1 Web-tabanlı hassas post-proses hizmeti

Kontrol merkezlerinde bulunan sunucular (server) tüm istasyonlardan gelen anlık verilerden yararlanarak atmosferik modelleme yapacak ve DGPS/RTK düzeltme verileri hesaplayacaktır. Söz konusu düzeltme verileri ise arazide bulunan gezici



alıcılara Mobil İnternet üzerinden aktarılacaktır. Bu şekilde tek frekanslı bir GPS alıcısı DGPS verisini kullanarak metre altı doğrulukta, çift frekanslı bir GPS alıcısı ise RTK verisini kullanarak 1-10 santimetre doğrulukta konum belirleyebilecektir. Veri aktarımı formatı olarak NTRIP kullanılacaktır (Aktuğ ve diğ., 2009).

Tezin konusu çalışmada statik ölçümler için referans alıcı kullanılmayacak tek alıcı ile dahi çalışılabilecektir. Sistemde referans olarak kullandığımız alıcılar şimdilik IGS noktaları olmakla beraber yerel sabit istasyonlar ağı ya da Türkiye’de bulunan 147 adet sabit GPS istasyonu olarak düşünülebilir. Sistem otomatik olarak yerel alıcıya en yakın sabit alıcıları seçerek bu alıcılara ait verilerin yerel alıcı verisi ile birlikte prosesini yapacaktır.

Yüksek doğruluklu küresel jeodezik GPS teknolojisi kullanımında, proses ve analiz yazılımlarının daha karmaşık hale geldiği günümüzde İnternet üzerinden web-tabanlı otomatik proses önem kazanmıştır. GPS ölçülerinin değerlendirilmesi için geleneksel yöntemlere alternatif olarak web-tabanlı GPS veri işleme sistemleri ilk olarak 2001 yılında iki ayrı sistem NASA Jet Propulsion Laboratory's Auto-GIPSY Servisi (JPL) ve Scripps Orbit and Permanent Array Center (SOPAC) olarak hizmete girmiştir. Günümüzde bu sistemlere ek olarak Online Positioning User Service (OPUS), Australian Online Positioning Service (AUSPOS), Canadian Spatial Reference System Precise Point Positioning (CSRS-PPP) adlı sistemler de hizmet vermektedir.

Bu tez çalışmasındaki sistem, dünyada örnekleri olmakla beraber ulusal veya bölgesel bazda hizmet vermesi, ulusal hizmetlere yönelik geliştirilebilmesi, zaman ve maliyet tasarrufu yönlerinde önem kazanabilir. Sistem kullanıcılara pek çok şekilde katkı sağlayacaktır. Web-tabanlı sistem GPS verisini alıp otomatik olarak veriyi işleyebilecek şekilde tasarlanmıştır. Kullanıcı sadece bir adet GPS alıcısına ihtiyaç duyar. Bu şekilde hem yazılım hem de fazladan GPS alıcısını satın alma ve koruma gereksinimi ortadan kalkacağı için GPS ölçüsünün maliyeti azalabilir (Şanlıoğlu ve İnal, 2005). Web-tabanlı GPS veri işleme sisteminin kurulmasında öncelikle resmi bir kurum bünyesinde (örneğin Harita Genel Komutanlığı veya Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü) kontrol edilebilen bir web sitesi ve işletilebilen sabit GPS ağlarına

gereksinim vardır. Daha küçük ölçekte lokal alanlar için Büyükşehir belediyeleri de bu görevi üstlenebilir.

Tez çalışmasına konu sistemin konum hesaplamasında doğruluk boyutu ele alınacak olursa; RTK ölçüler aslında birçok amaç için yeterli fakat doğruluğu birkaç cm den daha iyi değildir. Günümüzde jeodezik ağların oluşturulması veya farklı disiplinler için birkaç cm duyarlıktan daha yüksek duyarlılıkta konum belirlenmesi gerekecektir. RTK veya Network RTK bunları sağlayamayacaktır. Dolayısıyla, statik ölçü yani bazların anlık değil, yapılan gözlemlerden daha sonra post-proses ile yüksek doğrulukta hesaplanması gereklidir. Projede ölçümler tamamen statik olduğundan anlık koordinat ihtiyacı olmayacaktır. Burada amaç yüksek doğrulukta konumu en hızlı, en kolay ve en az maliyetle belirlemedir.

Bir başka konu projede değerlendirme yazılımı olarak GAMIT/GLOBK kullanımınıdır. GAMIT/GLOBK, okyanusların yer kabuğu üzerinde yaratacağı yükün yer kabuğunu eğmesiyle ilgili olan değişimler, yer kabuğuna güneşin ayın vs. gezegenlerin çekim etkileri, karasal gelgit, uyduların yörüngelerine etki eden radyasyon basıncı gibi birçok detaylı parametreleri dikkate alan ve bu sayede, yüksek doğrulukta proses yapan bir yazılımdır. Bu sebeple, yapılan çalışma neticesinde web üzerinden sisteme ulaşan kullanıcılar elde edilebilecek en duyarlı bazları elde etmiş olacaktır.

Tez çalışmasında Selçuk Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi (MMF) Harita Mühendisliği Bölümü, Kartoğrafya laboratuvarında bulunan Linux Debian 2.6.18-5-Amd64 sunucu üzerinde GAMIT/GLOBK 10.34 yazılımı kullanılmıştır. Ayrıca yedek olarak Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulunda (TBMYO) bulunan Linux Debian 2.6.24-etchnhalf.1-686 sunucu hazırlanmıştır. TBMYO'da bulunan sunucuya da GAMIT/GLOBK 10.34 yazılımı yüklenmiştir.

Bu tezin İkinci bölümde GPS ve konumlama türleri hakkında genel bilgi verilmiştir. Üçüncü ve dördüncü bölümde Bilimsel proses yazılımları anlatılmış ve bunlardan sistemde geri planda kullanılan GAMIT/GLOBK hakkında bilgi verilmiştir. Beşinci

bölümde global bazda çalışan Web-tabanlı sistemlerin araştırma sonuçları yazılmıştır. Altıncı Bölümde Web-tabanlı çalışmalarda sunucu ve istemci taraflı genel uygulamalar ve geliştirilen sistemde kullanılanlar, tercih sebepleriyle birlikte anlatılmıştır. Yedinci bölümde geliştirilen Web-tabanlı otomatik GPS veri işleme sistemi tanıtılmış örnek uygulama sonuçları ve çözüm süreleri diğer sistemlerle karşılaştırılmış, sonuç raporu ve grafiksel analizler hakkında .bilgi verilmiştir.

## 2 GLOBAL KONUMLAMA SİSTEMİ (GPS)

### 2.1 GPS Tarihçesi ve Bölümleri

Yüzyıllardır denizciler, havacılar, kâşifler, askerler ve birçok meslek disiplinde çalışan insanlar dünya üzerinde konumlarını belirleme ihtiyacı duymuşlardır. Konum belirlemede uzaydaki yapay uydulardan faydalanma düşüncesi 1950'li yıllarda ortaya atılmıştır. 1957 yılında Rusya'nın uzaya gönderdiği Supitnik uydusundan gelen radyo frekansının zamana ve uydu ile alıcı arasındaki mesafeye göre değişimi (Doppler etkisi), Johns Hopkins Üniversitesi Uygulamalı Fizik Laboratuvarı (APL) araştırmacıları tarafından fark edildi. Bu sayede, Sputnik uydusunun yörünge konumunun belirlenmesi düşüncesi ortaya çıktı. 1960'ların başında ABD deniz kuvvetlerinin (NAVY) girişimiyle balistik füze denizaltıları donanma filosunun yüksek doğruluklu navigasyon gereksinimlerini desteklemek üzere tasarlanıp, NNSS Navy Navigation Satellite System, veya TRANSIT olarak adlandırılan, dünyanın ilk işlevsel uydu navigasyon sistemi kuruldu. Sistem 15 adet yerden yaklaşık 1100 km uzaktaki uydulardan ve 8 izleme istasyonundan oluşmaktaydı. Sistem askeri veya sivil amaçlı denizcilik ve havacılık sektörlerinde kullanıldı. GPS'in işlevselliğinin artması ile Transit Programınının 31 Aralık 1996 tarihinde navigasyon hizmeti sonlandırıldı.

1973 yılında ABD Hava ve Deniz kuvvetleri tarafından yeni bir uzaysal konum belirleme sistemi projesinin hayata geçirilmesine ve geliştirilmesine karar verildi. Proje kapsamında 1977 de yapay uydular uzaya gönderilmeden yeryüzü üzerine belli noktalara yerleştirildi ve test çalışmaları yapıldı. 1978 ve 1985 yılları arasında dünya yörüngesine 11 uydu yerleştirildi. 1979 yılında uydu sayısının 18'e çıkarılmasına karar verildi. 1980 yılında ilk Block I uydusu faaliyete geçti. Bu uydu dünya üzerinde nükleer denemelerin gözlemlenmesi için alıcılara sahip uydu olması sebebiyle 1963 yılında ABD ile Rusya arasında gerçekleştirilen nükleer denemelerin kısıtlanması anlaşmasında kullanıldı. Yine 1980 de uydulara saniyenin milyarda biri duyarlı atom saatleri entegre edildi. Sistem 1983 yılında askeri ve kamu kurumlarının

kullanımına açıldı. 1995 yılında ise tüm kullanıcıların hizmetine girdi. Artık birçok alanda hayati önem taşıyan bir araç olarak kullanıma girmiştir.

Kısaca GPS (Global Positioning System / Global Konum Belirleme Sistemi) olarak adlandırılan bu sistem 24 saat dünya etrafında yörüngede dönen ve radyo dalgaları ile düzenli olarak kodlanmış bilgi gönderen yapay uydu ağı, yer kontrol merkezleri ve alıcı veya kullanıcıdan oluşan bir sistemler bütünüdür. Sistem uzayda konumu belli uydularla alıcı arasındaki mesafeyi ölçerek alıcının dünya üzerindeki konumunu belirler.

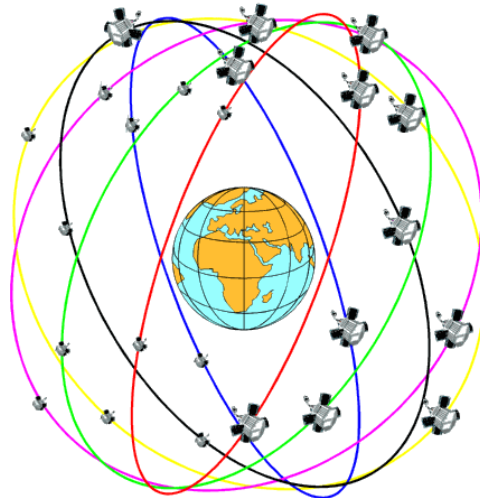
Bu global sistem, sinyal yayınlayan uyduları içeren uzay bileşeni, tüm sistemi izleyen kontrol bileşeni ve çok çeşitli tipte alıcıları ve uygulamaları içeren kullanıcı bileşeni olmak üzere üç bileşenden oluşmaktadır (Hofmann-Wellenhof ve diğ.,1997). Sistemin maliyeti yaklaşık olarak 12 milyar ABD Dolarıdır.

### **2.1.1 Uzay Bölümü**

Devamlılığı ve geliştirilmesi ile ilgili bütçe ABD Savunma Bakanlığına ait NAVSTAR (Navigation System with Time And Ranging) adlı uzay bölümü 32 uydudan oluşmaktadır. Bu uydular yeryüzünden 20183 km yükseklikte bir yörüngede bulunmaktadır. Uydular dünya etrafında ekvatorla 55 derecelik açı yapan 6 düzlem üzerinde yörüngelerini saniyede 3.9 km hızla, 11 saat 58 dakikada tamamlar (Şekil 2-1). Uydular aynı yörünge konumlarına günde iki kez gelirler. Böylece bir uydu yörüngede bulunduğu konuma bir sonraki gün 4 dakika farkla ulaşır. Yörüngedeki konumları sayesinde dünya üzerinde açık alandaki bir alıcının en az 4 uydu görebilmesi ve Kuzey Amerika üzerinde nispeten daha fazla zaman geçirmeleri amaçlanmıştır. Ancak, uydu sayısının artması ile tüm dünyada konumlama için yeterli sayıda uydu izlenebilir olmuştur. Örneğin ülkemizde, herhangi bir yerde diğer fiziksel engeller olmadığında en az yedi uydu görülebilmektedir. Uyduların herhangi bir andaki koordinatları (ağırlık merkezlerinin), bu yükseklikte atmosferik etkilerden etkilenmemeleri, güneş radyasyon basıncı, yer ve diğer gezegenlerin çekim etkileri, kendi eksenleri etrafında

panellerini güneşe doğru çevirmeleri nedeniyle yaptıkları hareketlerin modellenmesi sayesinde, yaklaşık 5 cm doğrulukla belirlenebilmektedir.

GPS Uydularında yörünge sapmalarını düzeltmede kullanılan küçük roketlerin çalıştırılması ve iletişim enerjisi gereksinimi için güneş panelleri ve bataryalar bulunur. Uydular 5 yıllık kullanım süresi öngörülerek tasarlanmış olsalar da bu sürenin yaklaşık 10 yılı bulduğu görülmüştür.



Şekil 2-1 GPS uydularının 6 düzlemde yörüngeleri

Block I uyduları 1978–1985 yıllarında faaliyete geçmiş ve ağırlıkları 845 kg ve güçleri 400W dır. 11 Adet Block I uydusu 4.5 yıl faaliyet tasarımlarına rağmen 13 yıla kadar faaliyet göstermiştir. Bu uydular ekvator düzlemi ile  $63^\circ$  açı yapan iki düzlem üzerinde yörüngeye yerleştirilmişlerdir. Bugün itibari ile hiçbiri aktif durumda değildir (Şekil 2-2).

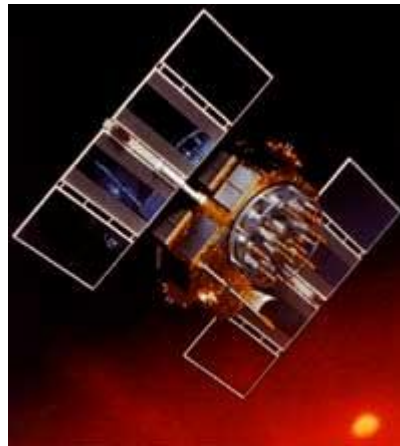


Şekil 2-2 Block I uydusu

Block II uyduları 1989'dan itibaren yörüngeye yerleştirilmeye başlanmış ve halen modernizasyonu yapılarak farklı tipler halinde yörüngeye yerleştirilmektedir. Bu uydular ekvator düzlemiyle  $55^\circ$  açı yapan 6 düzlem üzerinde yörüngeye yerleştirilmişlerdir. İlk Block II uydular 1500 kg ağırlığında ve 5m güneş panel açıklığına sahiptirler. 7.5 yıl hizmet ömrüne göre tasarlanmışlardır. 1990 yılından başlayarak toplamda 19 Block IIA uydusu yörüngeye yerleştirilmiştir. Block II ve IIA uyduları dört adet atom saati ile donatılmışlardır. Bu saatlerin ikisi rubidyum diğer ikisi ise sezyum saatlerdir (Şekil 2-3). Block II uydularında sivil kullanıma açık C/A (Coarse/Acquisition) sinyalleri yayınlanmaya başlandı (Şekil 2-4).

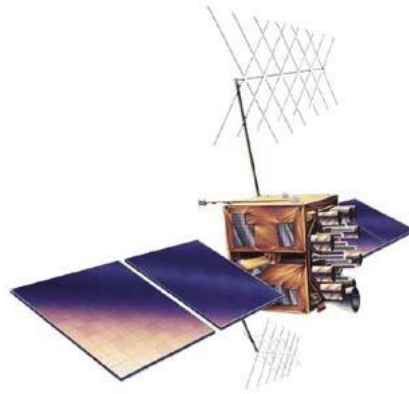


Şekil 2-3 Uydularda bulunan atom saati



Şekil 2-4 Block IIA uydusu

1997-2004 yılları arasında yörüngeye 12 Block IIR uydusu yerleştirilmiştir (Şekil 2-5). Güç kaynağı ve roket sistemleri Block I uyduları ile aynıdır. Ancak güneş panelleri 750 W kapasitelidir. Block II uydularının GPS yayınlarından başka nükleer deneme izleme sensörleri sayesinde nükleer anlaşmalarda izleme rolünü üstlendiği bir görevi daha vardır. 2005-2009 yılları arasında ise 8 adet Block IIR-M uydusu yörüngeye yerleştirilmiştir. Block IIR ve IIR-M uyduları üç rubidyum atom saati ile donatılmıştır. Bu saatlerin 3 milyon yılda 1 saniye hata yapmalarının ihtimali sadece %22,522dir. Atom saatlerinin duyarlılığı genel anlamda sisteminin yüksek doğrulukta çalışması için gereklidir.



Şekil 2-5 Block IIR uydusu

Block IIF uyduları 2010-2011 yılları arasında hazırlık aşamasına getirilecektir. Bu uydularda L5 adlı yeni bir frekans yayını yapıp bu sayede, daha yüksek doğrulukta konum hesaplanması yapılacaktır. Block IIIA uyduları (Şekil 2-6) ise 2014 yılı için planlama aşamasındadır.



Şekil 2-6 Block IIIA uydusu



Tablo 2-1 GPS Uyduları yörüngeye yerleştirme ve faaliyet tablosu  
(Güncelleme Tarihi 25 Kasım 2009)

Block	Yörüngeye Yerleştirme Dönemi	Uyduların yörünge yerleşimi				Mevcut Yörünge ve Faaliyet Durumu
		Başarılı	Başarısız	Hazırlık Aşamasında	Planlama Kapsamında	
I	1978–1985	10	1	0	0	0
II	1989–1990	9	0	0	0	0
IIA	1990–1997	19	0	0	0	19 un 11 i çalışmakta
IIR	1997–2004	12	1	0	0	Tamamı çalışmakta
IIR-M	2005–2009	8	0	0	0	8 in 7 si çalışmakta
IIF	2010–2011	0	0	10	0	0
IIIA	2014–?	0	0	0	12	0
IIIB		0	0	0	8	0
IIIC		0	0	0	16	0
<b>Toplam</b>		58	2	10	36	30

### 2.1.2 Kontrol Bölümü

GPS sistemi ABD ordusu tarafından yönetilmektedir. Bu kapsamda yer kontrol sistemi Colorado Schriever Hava Kuvvetleri Üssünde (eski Falcon AFB) bir ana kontrol istasyonu ve Hawaii, Ascension adaları, Diego Garcia ve Kawajalein de bulunan 4 ek izleme istasyonundan oluşur (Şekil 2-7). Ağustos ve Eylül 2005 tarihinden itibaren sisteme 6 izleme istasyonu daha eklenmiştir. Böylece, her bir uydunun en az 2 izleme istasyonundan izlenme durumuna gelmiştir. Bu sayede daha duyarlı yörünge ve efemeris bilgisine sahip olunmaktadır. Yakın gelecekte sisteme 5 izleme istasyonu daha eklenecek ve bir uydunun en az 3 izleme istasyonundan görülmesi sağlanacaktır.

Kontrol bölümü ile uydular arasındaki veri iletişimi S-Bant (Veri göndermede 1783.74, veri indirmede 2227.5 MHz) frekansından olmaktadır. Kontrol bölümü uydulara yapılacak düzeltme ve ayarları hesaplamak ve uydulara bu bilgi ve diğer uyduların konumlarını yükleme başlığı altında aşağıdaki görevleri gerçekleştirirler.

- Uydunun yörüngeden sapmalarında ya da yörünge modellenmesinde kolaylık sağlayacak (radyasyon basıncı ve uydunun kendi eksenini etrafındaki dönüklüklerin modellenmesi) küçük manevralar gerektiğinde, uydudaki roket motorlarını devreye sokarak uyduları harekete geçirmektedirler. Zaman zaman yüksek doğruluklu GPS çalışmaları yapan grupların (JPL, SIO, CODE vs.) görüşleri de bu manevralar için dikkate alınmaktadır (Herring, 1999).
- Kontrol bölümünün en önemli görevlerinden biri uydudaki saatleri arasındaki birkaç nanosaniye içinde güncelleştirmeleri sağlamaktır. Uydudaki saatler frekansında değişiklik yapılarak bozucu etkiler (SA, Delta etkisi) oluşturulup uyduya yükleme yapılır.
- İzleme istasyonlarının uydulardan aldığı verilerin izleme istasyonlarından kontrol istasyonuna gönderilmesi neticesinde bu verilerden yörünge bilgilerinin hesaplanıp tüm uydulara gönderilmesi sağlanır.



Şekil 2-7 NAVSTAR kontrol bölümü (URL-14,2010)

### 2.1.3 Kullanıcı Bölümü

GPS alıcıları GPS uydularından gelen sinyalleri alan (demodüle eden) ve bu sayede, konum, yön, hız belirlemede, kullanılan fonksiyonel aletlerdir. Bir GPS alıcısı; algılayıcı anten ve preamplifikatör (gelen sinyali daha yüksek frekanslı sinyale dönüştürür), sinüzoidal sinyal osilatörü (kuvars saat) bölümü, mikro işlemci, kontrol ünitesi ve güç kaynağından oluşur. Ölçü sırasında

- Anlık faz farkı ölçüleri(data, ham ölçüler)
  - Yayın efemerisi bilgileri (uydu yörünge bilgileri)
  - Atmosferik bilgiler (iyonosfer ve troposfer bilgileri)
  - Mesaj bilgileri(anten yüksekliği ve nokta bilgileri)
- elde edilir. (Şanlıoğlu, 2004)

### 2.2 GPS Sinyali Yapısı

GPS uydularından iki farklı türde 20-50 Watt gibi çok düşük güçte GPS sinyal yayını vardır. Bu sinyaller [L1 (1575.42 MHz), L2 (1227.60 MHz)] taşıyıcı dalga frekanslarıdır. Bu taşıyıcı dalga frekanslarının temel kaynağı 10.23 MHz frekansında bir osilatördür. Bu osilatörde oluşan 10.23 MHz frekansının 154 ve 120 katları alınarak L1 ve L2 taşıyıcı dalga frekansları üretilir. Bu taşıyıcı dalga frekansları üzerine kod, faz ve yörünge bilgileri de modüle edilmiştir.

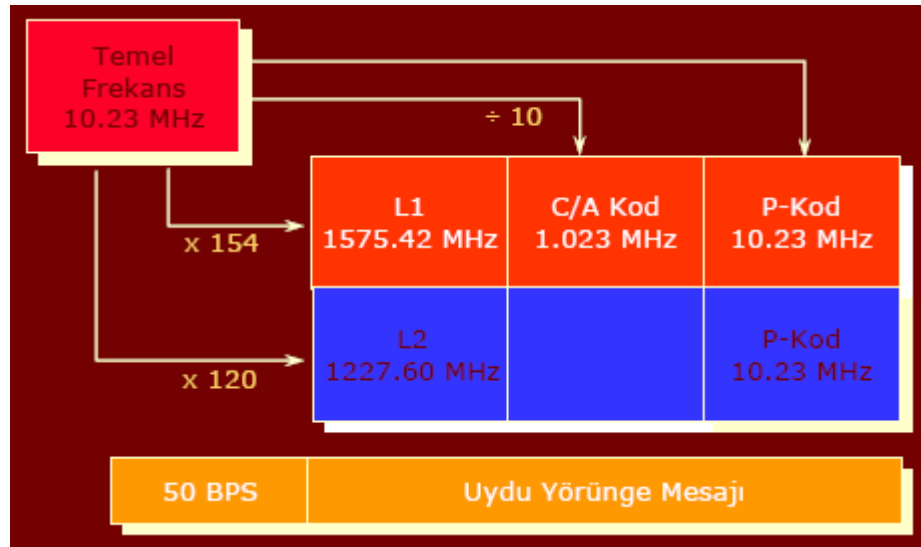
GPS uyduları her iki tip sinyal [L1 (1575.42 MHz), L2 (1227.60 MHz)] üzerine modüle edilen kod ve navigasyon bilgilerini sürekli olarak alıcılara gönderirler. Her uydu yerdeki alıcının sinyalleri tanımlamasını sağlayan iki adet özel “pseudo-random” (şifrelenmiş kod) kodu yayınlar. Bunlar korumalı (Protected-P code) kod ve Coarse/Acquisition (C/A code) kodudur. P koduna verilen başka bir isim de “P (Y)” ya da sadece “Y” kodudur (Şekil 2-8).

GPS alıcısı ile ölçü yapan bir kullanıcının, gerçek zamanlı olarak koordinat ve zaman belirleyebilmesi (navigasyon) ve gözlem sonrası veri işleme aşamasında ölçülerin

indirgenmesi için uydular tarafından navigasyon mesajı yayınlanır. Navigasyon Mesajı L1 ve L2 taşıyıcı dalgası üzerinde yayınlanır. Navigasyon Mesajı 50Hz'lik bir sinyal olup aşağıdaki bilgileri içermektedir.

- Hesaplanmış uydu efemerisleri
- Hesaplanmış uydu saat düzeltme model katsayıları
- GPS sistem durum bilgisi
- GPS sistemi iyonosfer modeli

GPS kontrol bölümü, ana izleme ağı istasyonları vasıtasıyla bu bilgileri günlük olarak her uyduya yükler. Bu sinyal, her 20 C/A Kod tekrarıda bir kez yayınlanır ve toplam 12.5 dakika sürer.



Şekil 2-8 GPS uydu sinyal bileşenleri (Rizos, 1997)

Kullanılan taşıyıcı dalga ve modüle edilen kod'un uzunluğu, chip uzunluğu olarak ifade edilen kod modülasyonunun dalga boyunu belirlemektedir. Chip uzunluğu, aynı zamanda söz konusu kod ölçüsü ile elde edilebilecek azami duyarlık için de sınır değeri anlamına gelmektedir. Tüm GPS taşıyıcı dalgaları ve chip uzunlukları Tablo 2-2'de verilmiştir. Tablodan da görüleceği gibi, P kod ve C/A kod için dalga boyu ile

“chip” uzunlukları aynıdır, C/A kod’un dalga boyu (chip uzunluğu) 300 metre, çözünürlüğü 3 metredir. P-kod “chip” uzunluğu ise 30 metre ve çözünürlüğü 0.30 m’dir.

Tablo 2-2 GPS taşıyıcı dalgaları ve kodlarına ait bilgiler

SİNYAL	YAPISI	FREKANS	DALGA BOYU	HATA
<b>Temel Frekans</b>	$F_0$	10.23 MHz	30 m	0.3 m
<b>L1 Taşıyıcısı</b>	$154f_0$	1575.42 MHz	19 cm	1.9 m
<b>L2 Taşıyıcısı</b>	$120f_0$	1227.60 MHz	24 cm	2.4 m
<b>P-Kodu</b>	$f_0$	10.23 MHz	30 m	0.3 m
<b>C/A Kodu</b>	$f_0/10$	1.023 MHz	300 m	3 m
<b>Navigasyon Mesajı</b>	$f_0/204600$	50 Hz		

Navigasyon mesajı dışında, alıcıların daha hızlı olarak uydulara kilitlenmesi amacıyla yaklaşık uydu bilgilerine de ihtiyaç bulunmaktadır. Söz konusu bilgilerde tıpkı navigasyon mesajı gibi izleme istasyonlarından elde edilen ölçülerin analizi sonucunda kontrol merkezi tarafından uydulara yüklenmektedir. Almanaklar tüm GPS uyduları için yaklaşık yörünge parametrelerini içermektedir. Yaklaşık yörünge bilgileri yardımıyla doğruluğu düşük uydu koordinatları hesaplanarak alıcının ilk açılması anında uydulara kilitlenebilmesi sağlanır. Almanak bilgileri, uydular tarafından yayınlanır ve tüm uydulara ilişkin yörünge parametrelerini içerir. Almanak verileri uydu navigasyon mesajının bir parçası olarak yayınlanmaktadır.

### 2.3 GPS Ölçme Yöntemleri

GPS ile konum belirlemede kullanılan temel iki tip ölçü vardır: Bunlar sırasıyla C/A veya P-kod üzerinden zaman ölçerek GPS kod ölçüleri (pseudo-range; uzunluk ölçüsü), L1 ve/veya L2 fazları üzerinden faz ölçerek GPS taşıyıcı faz (carrier phase) ölçüleridir (Şanlıoğlu, 2004).

### 2.3.1 GPS Kod Gözlemleri

Uydu ile alıcı arasındaki mesafe, çeşitli etkilerle tam olarak bilinemez ve bu nedenle, pseudo range (gerçek olmayan uzunluk) adını alır. Pseudo-range için C/A kod ve P-kod kullanılır. Bu kodlar içinde sinyalin uydudan çıkış zamanı bilgisi bulunmaktadır. Alıcı uydudan aldığı sinyalin aynısını üretip iki sinyal arasında senkronizasyon yapmaya çalışır. Uydudan gelen sinyal ile alıcı sinyali arasındaki senkronizasyon farkı yaklaşık 0.07 saniyeye kadardır. Radyo dalga hızı atmosferdeki etkiler düşünülmez ise ışık hızına eşittir. Böylece, çok hassas olarak hesaplanan zaman farkı ile ışık hızının (299.729.458m/s) çarpımı, alıcı ile uydu arasındaki uzunluğu verecektir. GPS alıcılarında bulunan kuvars saatler uydulardaki atomik saatler kadar duyarlı olmadığından 1/1000 saniyelik bir hata, uydu alıcı mesafesinde yaklaşık 300 m hataya sebep verecektir. Bundan dolayı, üç uydudan mesafe ile konum belirlenebiliyor olduğu halde, alıcı saat hatası bilinmeyenini bulmak için dördüncü uydu gözlemi de gerekir. Böylelikle, kod ölçümü duyarlılığı birkaç metreye kadar indirilir.

Uygulamada uydu ve alıcı saatleri GPS zamanı ile eş zamanlı olarak çalışmazlar. Bununla birlikte, uydudan alıcıya giden sinyal bir takım hatalara ve gecikmelere uğrar. Bu nedenle, GPS uzunluk ölçüsünü etkili bir şekilde kullanmak için saat hatası ortadan kaldırılmalıdır. Uzunluk ölçüsü aşağıdaki formülle açıklanabilir ( Erickson, 1992; Langley, 1993)

$$R = \rho + \Delta r + d_{ion} + d_{trop} + c.(\Delta\delta_i - \Delta\delta^j) + dm_R + \varepsilon_R \quad (2.1)$$

$R$  ölçülen uydu uzaklığı

$\rho$  gerçek uydu uzaklığı veya geometrik mesafe

$\Delta r$  yörünge sapması

$d_{ion}$  iyonosferik sapma

$d_{trop}$  troposferik sapma

$\Delta\delta_i$  alıcı saat hatası

$\Delta\delta^j$  uydu saat hatası

$dm_R$  kod ölçüsündeki yansımaya hatası

$\varepsilon_R$  kod ölçüsünün gürültüsü

$c$  ışık hızı

Gerçek uydu uzaklığı veya geometrik mesafe (2.2) eşitliği ile gösterilebilir.

$$\rho = \sqrt{(X^j - x_i)^2 + (Y^j - y_i)^2 + (Z^j - z_i)^2} \quad (2.2)$$

burada;  $X^j, Y^j, Z^j$  uydu koordinatları

$x_i, y_i, z_i$  alıcı koordinatlarıdır.

GPS kod ölçüsü genelde yüksek doğruluk istenmeyen navigasyon uygulamalarında kullanılır.

### 2.3.2 GPS Faz Gözlemleri

Uydu ile alıcı arasındaki mesafenin tespitinde yüksek doğruluk için en doğru yol taşıyıcı fazları kullanmaktır. Faz gözlemleri  $t^s$  zamanında uydudan yayınlanan sinyalin (L1, L2) taşıyıcı fazı ile  $t_R$  zamanında alıcı tarafından üretilen sabit referans sinyalin fazı arasındaki fark olarak tanımlanmaktadır.

Taşıyıcı dalga fazının dalga boyu P ve C/A kodların her ikisinin dalga boylarından daha kısa olduğu için, taşıyıcı dalga faz farkı ölçüsünün duyarlılığı pseudo-range'dan daha fazladır. Örneğin L1 taşıyıcı sinyalinin dalga boyu yaklaşık 20 cm'dir.

Hata kaynaklarının etkileri dikkate alınmazsa anlık faz farkı

$$\Phi^s \left( \underset{R}{\frown} \right) = \Phi^s \left( \underset{S}{\frown} \right) - \Phi_R \left( \underset{R}{\frown} \right) \quad (2.3)$$

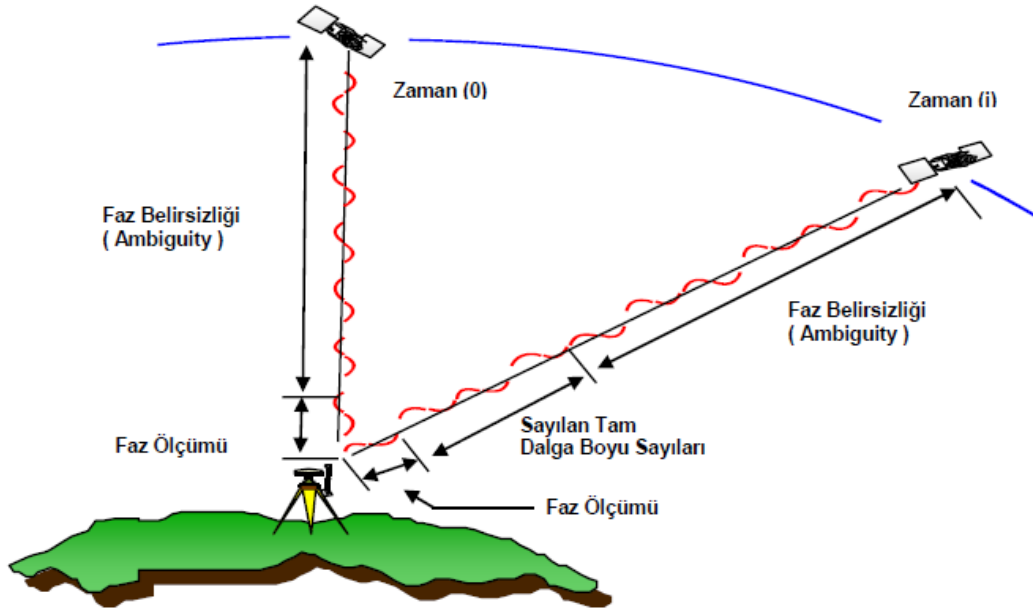
olarak ifade edilir. Burada,

$\Phi^s \left( \underset{S}{\frown} \right)$  :  $\left( \underset{S}{\frown} \right)$  uydu saati zamanında uydudan yayınlanan sinyalin fazını

$\Phi_R \left( \underset{R}{\frown} \right)$  : alıcının uydu sinyalini aldığı  $\left( \underset{R}{\frown} \right)$  zamanında alıcıda üretilen fazı

göstermektedir.

Faz gözlemlerinde, taşıyıcı dalga fazı atmosferden geçerken hızlandığından iyonosferden dolayı faz gözlemlerine getirilecek düzeltme “-“ işaretlidir. Ayrıca, bir alıcıda ilk ölçünün yapıldığı t epogunda yapılan anlık faz farkı ölçüsü yalnızca taşıyıcı dalganın en son parçasıdır. Uydu-alıcı arasındaki N sayısındaki tam dalga boyu sayısı belli değildir. Buna “Taşıyıcı Dalga Faz Başlangıç Belirsizliği (Ambiguity)” denir (Şekil 2-9).



Şekil 2-9 Taşıyıcı dalga faz belirsizliği

Ölçülen ilk epok için taşıyıcı dalga fazı belirsiz olduğundan bu da (2.3) eşitliğine bilinmeyen olarak girecektir. Bu durumda başlangıç faz belirsizliği N ve ile gösterilirse (2.4) eşitliği,

$$\Phi_R^S \ominus \Phi^S \ominus \Phi_R \ominus N_R^S + \text{Sinyal gürültüsü(noise)} \quad (2.4)$$

elde edilir. Burada tüm gözlemler aynı epokta olup,

$\Phi_R^S \ominus$  : S uydusu ve R alıcısı için dalga boyu biriminde faz gözlemi,

$\Phi^S \ominus$  : alıcı tarafından t zamanında kaydedilen sinyal fazını,



$\Phi_R^S$  : t zamanında alıcıda üretilen sinyal fazını,

$N_R^S$  : başlangıç epogundaki faz başlangıç bilinmeyenini ifade etmektedir.

İyonosfer ve troposfer etkileri dikkate alındığında eşitlik,

$$\Phi_R^S = \Phi^S \left( t_R - \frac{\rho_R^S}{c} - \frac{I_R^S + T_R^S}{c} \right) - \Phi_R^S + N_R^S \quad (2.5)$$

halini alır. Burada  $I_R^S$ , iyonosferik etkiyi  $T_R^S$  ise troposferik etkiyi göstermektedir.

(2.5) eşitliği alıcı saat hatası, doppler terimi gibi diğer etkiler de eklenerek daha da genişletilebilir.

Faz ölçümünün 0.01 ‘cycle’ doğruluğunda belirlenmesi için alıcı saati doğruluğu 0.01 nanosaniye olmalıdır. Bu nedenle, bu doğruluğu sağlamayan alıcı saati parametreleri GPS ölçülerinin değerlendirilmesi aşamasında epok bazında hesaplanmalıdır (Hofmann-Wellenhof ve diğ.,2008).

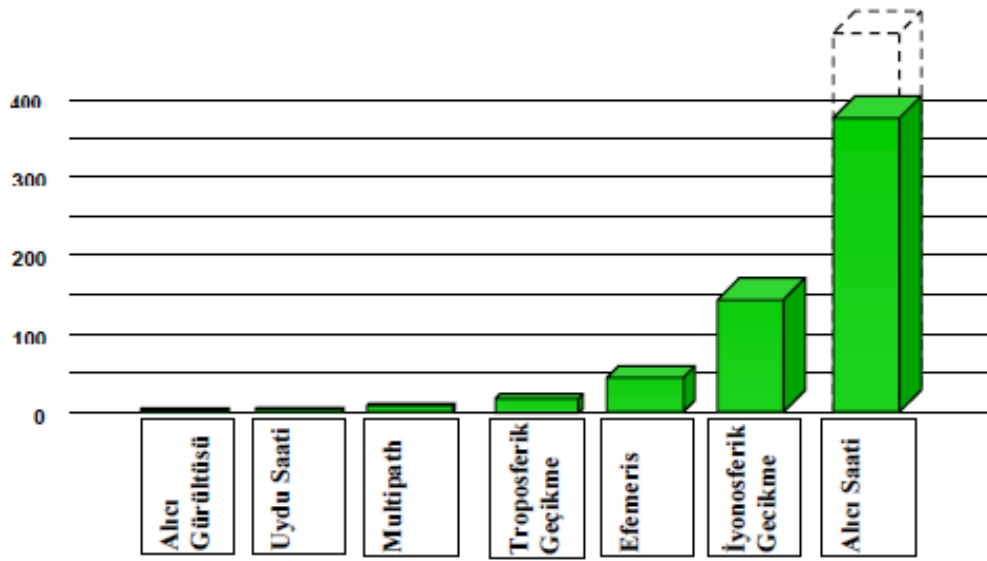
Kod gözlemleri ile yapılan GPS ölçmelerinde konum doğruluğunu etkileyen en önemli faktörler multipath ve alıcıdan kaynaklı hatalardır. Taşıyıcı faz ölçmelerinde konum doğruluğunu etkileyen faktörler ise atmosferik (iyonosferik ve troposferik) hatalar ve multipath’dır. Günümüzde birçok hata modelleme tekniklerinin geliştirilmesi ile GPS sistemin sağladığı doğruluk santimetre seviyesinde ve hatta bazı özel uygulamalarda milimetre seviyesinde elde edilmektedir (Beutler ve diğ., 2001).

## 2.4 GPS Hata Kaynakları

GPS gözlemleri ile konum belirlemede birçok bozucu etki söz konusudur. Bu etki kaynaklarının bir kısmı göz ardı edilebilecek derecede olsa da bir kısmı da ölçülere getirilecek düzeltmelerin hesaplanması veya modelleme fonksiyonları ile giderilir (Şekil 2-10). Hatalar tesadüfi veya sistematik sebeplerden ileri gelebilir. Başlıca hata kaynakları alıcı saat hatası, uydu saat hatası, uydu yörünge hatası, troposferik

gecikme, iyonosferik kırılma, yansıma (multipath) hatası başlıkları altında incelenebilir.

GPS hataları birçok kullanım alanı için (navigasyon) önemli bir sakınca oluşturmaz. Ancak, özellikle bilimsel amaçlı çalışmalarda (yüksek doğruluklu konum belirleme, yer kabuğu hareketlerinin belirlenmesi, jeoid belirleme vb.) hataların davranışı ve büyüklüğü çok iyi modellendirilmeli ve kontrol altında tutulmalıdır (Kahveci ve Yıldız, 2005).



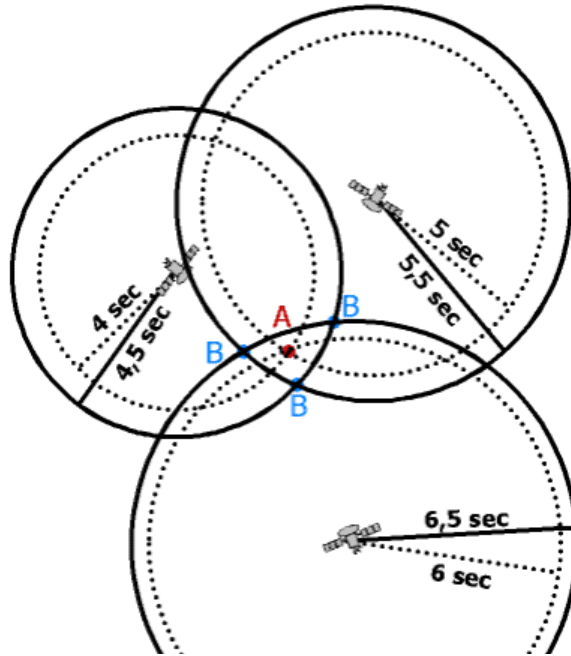
Şekil 2-10 GPS hata bütçesi

GPS sistemindeki bu hata kaynaklarına ek olarak, GPS ile konum belirlemede bir başka hata kaynağı da operatör kaynaklı hatalardır, bu hatalar anten yüksekliğinin ARP (Antenna Reference Point) noktasına kadar düşey olarak ölçülmesi hatası ve antenin noktaya merkezleştirme hatasıdır (Meyer ve Hiscox, 2005).

#### 2.4.1 Alıcı Saat Hatası

Alıcı saat hataları GPS ölçmelerine etki eden en bozucu etkenden ilkidir. Uydulardan gelen sinyallerde kodlanmış bilgiler içinde zaman bilgisi de mevcuttur. Sinyalin uydudan gönderilme anı ile alıcıya ulaştığı anın farkının ışık hızıyla çarpımından uydudan alıcı arasındaki mesafe hesaplanmaktadır. Ancak uydudan saati ile alıcı saatinin

GPS zamanına göre senkronize olması gerekmektedir. Uydularda kullanılan yüksek duyarlılıkta saatlere göre alıcılarda da aynı özellikte saatlerin kullanılması pratikte mümkün değildir. GPS alıcılarında uydu saatlerine göre daha az duyarlılıkta, sıcaklık kontrollü, kristal quartz saatler kullanılır. Alıcı saat hataları, aynı uyduya gözlem yapan bütün alıcılar için ortaktır ve diferansiyel alıcılarda koordinat bilinmeyenleri ile birlikte çözülerek etkili bir biçimde ortadan kaldırılabilmektedir (Şekil 2-11). Alıcılar kendi saatlerini uydudan gelen GPS zamanına göre otomatik olarak senkronize ederler. Alıcıların sahip olduğu yazılımlar bu tip hataların ortadan kaldırılmasında etkilidir (El-Rabbany, 2006).



Şekil 2-11 Uydu saat hatalarının GPS alıcılarına etkisi

#### 2.4.2 Uydu Saat Hatası

Block II ve Block IIA uydularında, dört adet atomik saat bulunmaktadır. Bunlardan ikisi sezyum ve diğer ikisi rubidyum atomik saatleridir. Sisteme sonradan eklenen Block IIR uyduları üç adet rubidyum saat bulundurmaktadır. Block II, Block IIA uyduları üzerinde yer alan sezyum saatler, GPS sinyallerinin üretiminde frekans ve zaman gereksinimlerini sağlamak amacıyla kullanılmıştır. Diğer saatler ise yedekleme amaçlı kullanılmaktadır (El-Rabbany, 2006).

Uydularda saat hataları atomik saatler sayesinde bir gün süresince  $10^{-12} - 10^{-15}$  de 1 duyarlılığında olup son derece düşük miktardadır. Uydu saatlerinin performansları, yer kontrol merkezleri tarafından düzenli olarak kontrol halindedir. Uydu saat ve GPS zamanı düzeltme değerleri merkezi kontrol sistemince belirlenmekte ve bu değerler navigasyon mesajının içinde yayınlanmaktadır. Navigasyon mesajı içindeki uydu saat düzeltmeleri ile uydu saat hataları giderebilmektedir (El-Rabbany, 2006). Yüksek duyarlılık isteyen çalışmalar için uydu saat hataları ayrıca hesaplanabilmektedir.

Sonuç olarak GPS ile nokta konumlamada uydu saat hataları etkisi ihmal edilebilir düzeye getirilmektedir.

### 2.4.3 Uydu Yörünge Hatası

GPS gözlem ve navigasyon verileri ile konum belirleme işleminde uydu konum bileşenleri bilinen değerler olarak alınır. Normalde bu koordinatlar verilen zamanda uydunun konumunu matematiksel olarak tanımlayan yörünge bilgileri olarak ifade edilir (Roulston ve diğ., 2000). Ancak uydular yörüngede *i-*) Dünyanın merkezsel olmayan çekim potansiyeli, *ii-*) güneş ay ve diğer gök cisimlerinin çekim kuvveti, *iii-*) Dünya ve güneşin radyasyon etkisi vs gibi birçok etkene maruz kalırlar ve yörüngelerinde sapmalar meydana gelir. Uydu yörüngeleri, Kepler elemanları ve bunların zamana bağlı fonksiyonları 2 saatlik aralıklarla yenilenerek navigasyon mesajlarında yayınlanır. Uyduların gerçek yörünge bileşenleri ile yayınladığı yörünge bileşenleri arasındaki fark uydu efemeris hatası olarak adlandırılır. Günümüzde teknolojik gelişmeler sonucunda bu fark 1-2 m 'ye indirilmiştir. GPS ile konum belirlemede uydulardan gelen yayın efemerisi yerine IGS'den elde edilecek duyarlı uydu yörünge verisi kullanılırsa daha duyarlı sonuçlar elde edilebilir.

### 2.4.4 Troposferik Gecikme

Troposfer atmosferin en alt tabakasıdır. Troposfer katmanının yüksekliği 6-18 km değişkenlik gösterir. Bu tabaka radyo frekanslarını dağıtıcı bir özelliğe sahip

değildir. Bu nedenle troposfer tabakasında radyo dalgalarının yayılması frekans bağımlı olmayıp faz ve kod uzunluk ölçülerine etkisi aynıdır. Troposferik gecikme alıcının yüksekliği ve uydu yükseklik açısının bir fonksiyonudur. Bu gecikme atmosferik basınç, sıcaklık ve su buharı oranına bağlıdır. Troposferik gecikme alıcının başucu doğrultusunda gelen sinyallerde yaklaşık 2m kadar, alıcının 10 derecelik yükseklik engel açısında gelen sinyal ise 20 m kadar bir gecikmeye sebep olur (Satirapod, 2002). Havadaki su buharının tamamına yakını bu katmanda olup, elektromanyetik sinyaller ıslak ve kuru katmanlardan geçiş sırasında farklı etkilere maruz kalırlar. Bu sebeple, troposfer etkisi ıslak ve kuru bileşenler olarak farklı modellemeler ile hesaplanır. Kuru bileşenin etkisi basınç, sıcaklık ve yaklaşık enlemin bir fonksiyonu olarak modellenebilse de ıslak bileşen çok daha değişken bir etki gösterir.

Troposferik etkinin veya hatanın tahmininde kullanılan ıslak kısım parametresi atmosferdeki sinyalin geçtiği yola bağlıdır. Yüzey ya da yeryüzünde ölçülen basınç, sıcaklık ve rölatif nemlilik gibi parametrelerle tam olarak ilişkili değildir. Ayrıca, atmosferdeki su buharı bu parametreyi etkilemekte ve su buharının atmosferdeki dağılımı homojen olmayıp zaman ve yer içerisinde değişiklik göstermektedir. Değişik modeller kullanılarak bu hatanın ıslak kısmı modellenebilir (Gökalp, 1995).

Troposferik gecikmeyi tahmin etmek amacıyla pek çok standart troposfer model (*tropospheric mapping functions*) kullanılabilir (Hopfield, Saastamoinen, Black, Neil vb.). Troposferik modellerin kullanılmasıyla elde edilen troposferik gecikme değerleri ölçülere düzeltme olarak getirilmektedir. Burada amaçlanan, üretilen ve veri işlemede kullanılan modellerin gerçekçi gecikme değerleri üretebilmesidir. Ancak, uygulamada bu durum geçerli olamayabilmektedir. Bu konudaki temel sorun troposferin ya da bütün olarak atmosferin doğasının tam olarak anlaşılammış olmasıdır. Son yıllarda meteoroloji alanındaki teknolojik ilerlemeye bağlı olan gelişmeler ve giderek artan atmosferik veri ve bilgi sayesinde bu konuda önemli bir aşama kaydedilmiş, bölgesel ya da global meteorolojik verilerin kullanımıyla çok sayıda troposferik model geliştirilmiştir (Şanlıoğlu, 2004).

Farklı atmosferik modellerin sonuçlar üzerindeki etkilerine ilişkin karşılaştırmalı analiz çalışmaları yapılmıştır. Örneğin Janes ve diğ. (1991), MacMillan ve Ma (1994), Mendes ve Langley (1994), Niell (1996), Bisnath ve diğ. (1997), Kahveci (1997) çeşitli atmosferik modelleri kapsamlı olarak analiz etmişlerdir. Kahveci (1997)'ye göre bir çok kez meteorolojik modeller arasında duyarlılığı etkileyecek bir farkın ortaya çıkmadığı görülmüştür.

#### **2.4.5 İyonosferik Kırılma**

İyonosfer, yeryüzünden yaklaşık 50-1000 km yükseklikler arasında kalan ve güneş radyasyonu sonucunda iyonize olmuş atomları barındıran katmandır. İyonosferin GPS sinyallerine olan gecikme etkisi elektron yoğunluğuna bağlıdır. Elektron yoğunluğu yaklaşık 300-400 km yüksekliğe kadar artar ve sonra tekrar azalmaya başlar. Bunun nedeni, alçalan yükseklikle azalan solar radyasyon yoğunluğuyla ve artan yükseklikle azalan atmosfer yoğunluğuyla açıklanabilir. Atmosferdeki serbest elektronların yoğunluğu, coğrafi ve jeomagnetik konumun, solar aktivitenin, mevsimin ve günün saatinin bir fonksiyonu olarak tanımlanır (Hartman ve Leitinger, 1984).

İyonosfer boyunca seyahat eden bir elektromanyetik sinyal iki biçimde etkilenir. Faz hızı artarken grup hızı yavaşlar. Her iki etki de büyüklük olarak aynı fakat ters işaretlidir. Diğer bir deyişle GPS kod ölçmeleri gecikir, fakat taşıyıcı faz ölçmeleri ise hızlanır. Uydu ile alıcı arasındaki geometrik uzunluğa kıyasla kod ölçümleri daha uzun, taşıyıcı faz uzunlukları daha kısa ölçülür. Her ikisinde de etki aynı boyuttadır. İyonosferik kırılmanın neden olduğu uzunluktaki değişim, toplam elektron sayısının (TEC) belirlenmesiyle sınırlandırılabilir. Ancak TEC, oldukça karmaşık bir büyüklüktür. Bunun nedenleri, güneş hareketleri (11 yıllık bir periyoda sahiptir), mevsim ve günlük değişimler, uydudan gelen sinyalin azimut ve eğim açısına, alıcının konumuna bağlı olarak değişmesidir. Bütün etkiler göz önüne alındığında GPS sinyalinin uzunluğu 0.15 m ile 50 m arasında yanlış elde edilebilir. Toplam elektron sayısı ölçülebilir, kestirilebilir, modellerle etkisi hesaplanabilir ve etkisi yok edilebilir (Mekik, 1999).

İyonosferik etki, yukarıda anlatıldığı gibi zamana ve konuma göre değişmektedir. RTK GPS gibi kısa baz ölçümlerinde GPS uydularına yapılan gözlem farkları sayesinde iyonosferik etkinin büyük kısmı bulunur ve ortadan kaldırılabilir. İyonosferin dağılımlı yapısından yararlanılması ile P kodu pseudo-range ölçümleri L1 ve L2 fazları üzerine kombine edilerek, iyonosferik etki yüksek doğruluklu olarak giderilebilir. Benzer şekilde, C/A kodunun L2 taşıyıcısı üzerine eklenmesi ile bu etki ortadan kaldırılabilir (El-Rabbany, 2006). Çift frekanslı alıcılar L1 ve L2 taşıyıcı faz ölçmelerini birbirleri ile birleştirerek, iyonosferik lineer kombinasyonu modelini oluştururlar ve iyonosferik etkiyi büyük ölçüde ortadan kaldırır. İki frekansta yapılan gözlemleri birleştirme, iyonosferik etkileri gidermede en kolay ve en doğruluklu yöntemdir. Zaten GPS'e iki tane taşıyıcı dalga yerleştirilmiş olmasının ana nedeni de bu çift frekans yöntemini kullanıma olanak tanımaktır (Hofmann-Wellenhof ve diğ., 1994). Ancak iyonosferik lineer kombinasyonunun dezavantajı yok değildir. Birincisi etken, yüksek derecede düzensiz gözlemlerin (bozuk sinyal yapısı vb.) ortaya çıkmasıdır. İkincisi ise, tam sayı faz başlangıç belirsizliğinin değerinin belirlenmesinde ortaya çıkabilecek zorluklardır. Tek frekanslı alıcılar, iyonosferin dağılımlı olma niteliğinden yararlanamazlar (El-Rabbany, 2006).

İyonosferik etkenler, RTK GPS ve RTK GPS ağ konumlarının belirlemede zorluklara yol açmaktadır. RTK GPS ve RTK GPS ağlarında iyonosfer hatalarını giderecek farklı metot ve modeller mevcuttur. Referans alıcı ile gezici alıcı arasında mesafeye bağlı eğilimler çoğunlukla iyonosferik kırılmalardan dolayı kısa baz mesafeleriyle sınırlıdır. Bundan dolayı, belirlenen iyonosferik eğilimler üzerindeki istatistiksel bilgi sağlayan dizin değerleri, RTK GPS kullanıcılarına büyük ölçüde yardımcı bulunmaktadır. RTK GPS ve yoğun RTK GPS referans istasyon ağları için belirlenen kesin iyonosferik modellerde, her düzeltme modelinin değişken değerleri bulunmaktadır. Diferansiyel iyonosferik eğilimler iki biçimde tanımlanır. Bunlar kuzey-güney ve doğu-batı doğrultuları şeklindedir. Bu katsayıların her biri, tüm mevcut uydu sinyalleri için yüksek çözünürlükte üretilmektedir (Wanninger, 2004).

#### 2.4.6 Yansıma (Multipath) Hatası

Uydudan gelen sinyallerin GPS alıcısına en kısa yoldan ulaşması beklenirken bu sinyallere alıcı çevresinde bulunan yansıtıcı yüzeylerden yansıyan sinyallerde karışır. Bu durum, sinyalin alıcıya ulaşma süresinde ve fazlarda değişim oluşturur ve doğrudan alıcı ile uydu mesafesini etkiler.

Yansıma etkisi hem kod hem de taşıyıcı faz ölçülerini etkiler. Bu etki, P-kod gözlemlerinde, taşıyıcı faz gözlemlerinde olduğunun iki katıdır. Bazı koşullarda kod sinyalindeki yansıma etkisi alıcının taşıyıcı faz ölçüsünde kesiklikler (loss of lock) olmasına neden olabilir. Birçok faz kesikliği (cycle slip), yansıma etkisi nedeniyle oluşmaktadır. L1 sinyalindeki maksimum yansıma etkisi ( $\lambda = 19$  cm) yaklaşık 5 cm, L2 ( $\lambda = 24$  cm) sinyalindeki maksimum yansıma etkisi ise 6 cm dir. L1 ve L2 nin lineer kombinasyonları için değerler buna bağlı olarak daha büyük veya daha küçük olabilir (Cannon ve Lachapelle, 2003).

Yansıma etkisinin giderilmesi, her noktada farklı geometri ve çevre şartları söz konusu olduğundan her zaman mümkün değildir. Fark alma yöntemleri kullanarak bu etki giderilemez. Etkinin giderilebilmesi için, en kolay ve etkin yol, alıcının çok yakınında yansıtıcı yüzeylerin olmamasına dikkat etmek ve çok uzun süreli ölçü yapmaktır. Bir başka yol ise, yansıma sonucu sinyal dağılım etkisini içinde sayısal olarak filtreleme yapan alıcı kullanmak ve yansıyan dalgayı emen özel anten tipleri “ground planes, chokering” anten kullanmaktır. Uydulara belirli bir yükseklik açısının üzerinde (en az  $10^{\circ}$ - $15^{\circ}$ ) gözlem yapmak yansıma etkisini azaltır (Rizos, 1997).

#### 2.5 Konumlama Türleri

GPS ile iki tür konum belirleme yöntemi vardır. Bunlar nokta konumlama (point positioning) ve görel konumlamadır (relative positioning).



### 2.5.1 Nokta Konumlama

GPS yardımı ile bir noktanın en az 4 uydudan gözlem yaparak konumunun uzay geriden kestirme metodu ile belirlenmesidir. Nokta konumlama, başka bir yer istasyonuna ihtiyaç duyulmadan bağımsız konumlama anlamına gelmektedir.

Nokta konumlama yöntemi duyarlılığı genel olarak düşüktür. Konuqlamayı olumsuz yönde etkileyen faktörleri uydu saat hatası ( $\pm 3.0m$ ), uydu yörünge hatası ( $\pm 2.7m$ ), iyonosferik etki ( $\pm 8.2m$ ), troposferik etki ( $\pm 1.8m$ ), yansıma hatası ( $0.6m$ ) olarak sıralayabiliriz.

Nokta konum belirlemede konum doğruluğunun arttırılması için bazı çözümler üretilmiştir. Çift frekanslı alıcıların kullanılması ile L1 ve L2 taşıyıcı fazları birbirleri ile kombine edilerek iyonosferik lineer kombinasyonu oluşturulabilir ve iyonosferik hata etkilerinin ortadan kaldırılmasında etkili olur. Hassas uydu yörüngelerinden ve saat düzeltmelerinden yararlanmak konumlama doğruluğunun artmasında pozitif eğilimler sağlar. Taşıyıcı fazlar ile pseudo-range kodlarının birlikte kullanılması ile daha yüksek doğruluklu konumlama sağlanır. (El-Rabbany, 2006).

Bağımsız konuqlamanın faz ölçülerinden yapılması birtakım karmaşık algoritmaları da beraberinde getirmektedir. Ancak, faz ölçüleri ile yapılan nokta konumlama, kod ölçüleri ile yapılanın aksine gerçek zamanlı değildir. Nokta konumlama özellikle kod ölçüleri ile kullanılmakta iken günümüzde yüksek duyarlıklı nokta konumlama tekniği de yaygınlaşmaktadır.

Navigasyon için ihtiyaç duyulan konum duyarlığının genel olarak düşük olması ve anlık ihtiyaç duyulması nedeniyle, navigasyonda ağırlıklı olarak nokta konumlama kullanılır.

### 2.5.2 Göreli Konumlama

Görelî konum belirleme en az birinin koordinatları bilinen referans noktası olması ve en az iki noktaya alıcı konuşturılması ile eş zamanlı olarak aynı uydulara yapılan GPS ölçüsüdür. Bu ölçüm sisteminde referans nokta ve/veya noktalarının

koordinatlarının duyarlılığı ölçüm duyarlılığını da etkiler. Göreli konumlama hem faz hem de kod ölçüleri ile yapılabilmeyle birlikte, GPS ile elde edilebilecek en yüksek duyarlık, faz ölçülerinin göreli konumlama kullanılmasıyla elde edilir. Göreli konumlama noktalar arasında baz vektörü hesaplanarak konum belirlenir. Göreli konumlama sonucu anlık olarak da alınabilir. Ancak, duyarlılığı sonradan yapılan (post-proses) göreli konumlama kadar yüksek değildir.

## 2.6 Göreli Konumlama Matematiksel Modeller

GPS ile daha yüksek duyarlığın elde edilebilmesi için hata kaynaklarının matematiksel olarak elimine edilebilmesi gerekmektedir. Bu amaçla kullanılan göreli konumlama yönteminde tekli, ikili ve üçlü farklar adlı birbirine bağlı teknikler geliştirilmiştir. Üçlü farklar ile tamsayı bilinmeyi giderilmekle birlikte, üçlü farklar gürültü oranının artması nedeniyle arzu edilen duyarlılığı sağlayamamakta ve hassas göreli konumlama doğrudan kullanılmamaktadır. Bu nedenle, burada sadece tekli ve ikili farklardan bahsedilecektir. Bunun yanında faz kesikliklerinin ayıklanması vb. amaçlarla üçlü farklar GPS veri işleme sürecinde dolaylı olarak kullanılmaktadır.

### 2.6.1 Tekli Farklar

Tekli farklar ile uydu saat hatası ve baz uzunluğuna bağlı olarak atmosferik hataların bir bölümü giderilmektedir. Bir uydu ve alıcı için faz ölçüsünün matematiksel modelinin aşağıdaki şekilde yazılabilir:

$$\Phi_{ij}(t) = \lambda^{-1} \rho_{ij}(t) + N_{ij} + f_j \Delta \delta_{ij}(t) \quad (2.6)$$

Burada,

- $\Phi_{ij}(t)$  : ölçülen taşıyıcı dalga fazı
- $\rho_{ij}(t)$  : uydu alıcı mesafesinin gerçek değeri
- $N_{ij}$  : tamsayı bilinmeyi
- $f_j$  : taşıyıcı dalga frekansı
- $\Delta \delta_{ij}(t)$  : uydu/alıcı saat hatasını

temsil eder.

Yukarıdaki (2.6) eşitliğini iki istasyon ve bir uydu için ayrı ayrı yazarsak,

$$\Phi A_j(t) + f_j \delta_j(t) = \lambda^{-1} \rho A_j(t) + N A_j + f_j \delta A(t) \quad (2.7)$$

$$\Phi B_j(t) + f_j \delta_j(t) = \lambda^{-1} \rho B_j(t) + N B_j + f_j \delta B(t) \quad (2.8)$$

İkinci eşitlikten ilk eşitlik çıkarıldığında;

$$\Phi B_j(t) - \Phi A_j(t) = \lambda^{-1} [\rho B_j(t) - \rho A_j(t)] + N B_j - N A_j + f_j [\delta B(t) - \delta A(t)] \quad (2.9)$$

elde edilir. Görüleceği üzere tekli fark eşitliği olarak ifade edilen (2.9) da ortak olan uydu için uydu saat hataları bulunmamaktadır. (2.9) eşitliği;

$$N A B_j = N B_j - N A_j \quad (2.10)$$

$$\delta A B_j = \delta B_j - \delta A_j \quad (2.11)$$

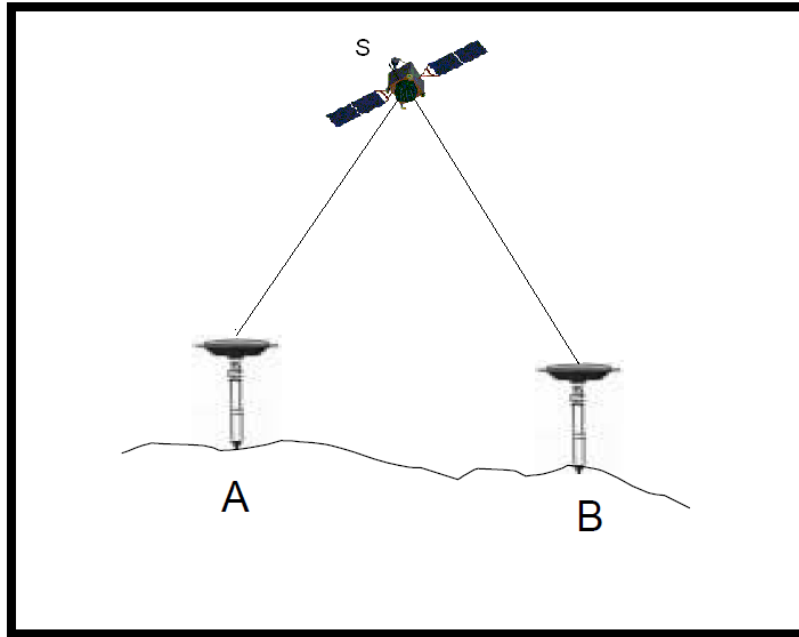
$$\Phi A B_j = \Phi B_j - \Phi A_j \quad (2.12)$$

$$\rho A B_j = \rho B_j - \rho A_j \quad (2.13)$$

şeklinde kısaltıldığında;

$$\Phi A B_j(t) = \lambda^{-1} \rho A B_j(t) + N A B_j + f_j \delta A B(t) \quad (2.14)$$

eşitliği elde edilir (Şekil 2-12).



Şekil 2-12 Tekli fark gözlemleri

### 2.6.2 İkili Farklar

İkili farklar ile uydu saat hatası yanında alıcı saat hatalarının da giderilmesi amaçlanır. İkili farklar ile tekli farklarda olduğu gibi baz uzunluğuna bağlı olarak atmosferik hataların bir bölümü giderilmektedir. İki uydu (j ve k) ve iki alıcı (A ve B) için faz ölçüsünün matematiksel modeli aşağıdaki şekilde yazılabilir:

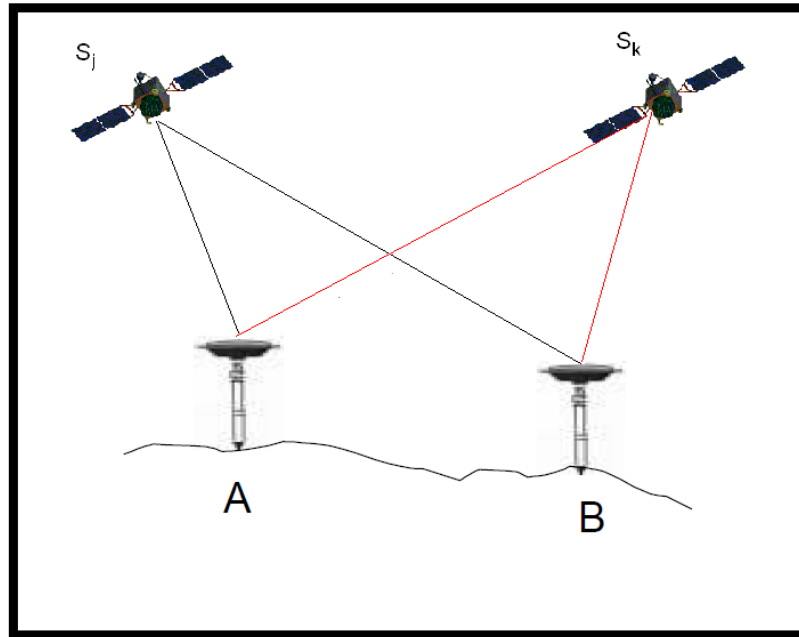
$$\Phi_{ABj}(t) = \lambda^{-1}\rho_{ABj}(t) + N_{ABj} + f_j\delta_{AB}(t) \quad (2.10)$$

$$\Phi_{ABk}(t) = \lambda^{-1}\rho_{ABk}(t) + N_{ABk} + f_k\delta_{AB}(t) \quad (2.11)$$

Yukarıdaki (2.11) eşitliğinin ilkinden çıkarılmasıyla;

$$\Phi_{ABk}(t) - \Phi_{ABj}(t) = \lambda^{-1}[\rho_{ABk}(t) - \rho_{ABj}(t)] + N_{ABk} - N_{ABj} \quad (2.12)$$

elde edilir (Şekil 2-13).



Şekil 2-13 İkili fark gözlemleri

Ardışık iki epok ölçülerin ikili farklarının farkı alınmasıyla da üçlü farklar oluşturulabilmektedir. Üçlü farkların oluşturulmasıyla tam sayı faz bilinmeyenleri elimine edilmektedir. Doğrusal gözlem denklemlerinin kombinasyonu ve amaçları

Hofmann-Wellenhof ve diğ. (1997), Seeber (1993), Teunissen ve Kleusberg (1998)'de ayrıntılı olarak açıklanmaktadır.

## 2.7 Diğer GNSS Sistemleri

ABD'nin NAVSTAR sistemi dışında Rusya federasyonu da 1996 yılında 24 uydu ile GLONASS (Global Navigation Satellite System ) adlı sistemi devreye sokmuştur. GPS sisteminden farklı olarak bu sistemde uyduların her biri farklı frekansta yayın yapmaktadırlar. Bu sistemdeki uydular 3 yörünge düzlemine sahiptir. Dünya etrafında ve yeryüzünden 19100 km uzaktaki yörüngede bir tam devirlerini 11 saat 55 dakikada tamamlamaktadırlar. GPS uyduları WGS84, GLONASS ise PZ-90 Jeosentrik koordinat sistemini kullanmaktadır. Günümüzde kullanılan yeni alıcılar iki farklı sistemin de uydularını görmekte böylece, 24 uydu yerine 48 uydudan faydalanıp daha duyarlı hesaplamalar yanında vadiler, yüksek bina araları, vs görüşü dar alanlarda da çözüm üretebilmektedirler.

GALILEO Avrupa Birliği (AB) ve Avrupa Uzay Ajansı (ESA) tarafından Avrupa tabanlı navigasyon sistemi olarak kurulmaktadır. Kuruluş amacı savaş veya siyasi anlaşmazlık sırasında mevcut sistemlerin devre dışı olabileceği veya şifrelenebileceği kaygısıdır. GALILEO düşük doğruluk için ücretsiz ve herkese açık olacak; yüksek doğruluk için askeri birimlere veya ticari amaçlı ücretli kullanım yetkilerine sahip kurum veya kişilere açık olacaktır. Sistem, GPS ve GLONASS sistemlerine göre daha yüksek doğrulukta yatay ve düşey bileşen tespiti için tasarlanmıştır. Dünya yüzeyine 23222 km uzaklıkta Ekvator düzlemine 56° eğimli üç yörünge düzleminde dokuzar adet toplam 27 uydudan oluşmaktadır. Galileo uydularının üç türlü yayın ve kullanım şekli olacaktır. Bunlar herkese açık, şifreli ticari kullanım ve şifreli kamu kurumları kullanımıdır (Askeri, polis, hava trafik kontrolü vs.). Bu üç farklı kullanım için farklı frekanslardan yayın ile farklı doğruluk dereceleri tasarlanmıştır.

### **3 GPS VERİ DEĞERLENDİRME YAZILIMLARI**

GPS verileri analizinde birçok proses yazılımı kullanılabilir. Bu yazılımlar kullanım gereksinimleri açısından bilimsel ve ticari amaçlı olarak iki ana grupta toplanabilir.

#### **3.1 Ticari Yazılımlar**

Ticari yazılımlar, genelde jeodezik GPS alıcısı marka/firması tarafından sunulan ve alıcı ham dataları üzerinden proses yapma özelliğine sahip yazılımlardır. Ticari yazılımlar proses sırasında kullanıcı müdahalesini en aza indirmiştir. Bu tür yazılımlara örnek olarak AOS (Astech Office Suite), Pinnacle, SKI, Ski Pro, TGO (Trimble Geomatics Office), TTC (Trimble Total Control), LGO (Leica Geo Office) verilebilir.

Ticari amaçlı yazılımlarda standart proses algoritmasında bulunan birçok aşama (faz belirsizliği çözümü, modellendirmeler, faz kesikliklerinin giderilmesi, istatistik analizler vb.) otomatik hale getirilmiştir. Bununla birlikte, bazı ticari amaçlı yazılımlar atmosferik modellendirmeler ile ilgili yeni özellikler eklenerek, yerel ağlarda bilimsel amaçlı değerlendirmelerde kullanılabilir hale gelmiştir (Kahveci ve Yıldız, 2005).

#### **3.2 Bilimsel Yazılımlar**

Bilimsel yazılımlar tektonik hareketler, deprem araştırmaları ve jeodezik amaçlı yüksek doğruluk gerektiren çalışmalar için üniversiteler veya enstitüler tarafından geliştirilmiş yazılımlardır. Güncel ve gelişmiş olanlara örnek olarak GAMIT/GLOBK (GPS at Massachusetts Institute of Technology), BERNESE (University of Bern) ve GIPSY (GPS Inferred Positioning System), GEONAP ( Geodetic Navstar Positioning) verilebilir.

Bilimsel amaçlı yazılımlar için kullanıcının GPS ve yazılım konusunda bilgi ve deneyimli olması gereklidir. Çünkü bu yazılımlar kullanılarak yapılacak değerlendirmelerde değiştirilecek her bir parametre ya da modellendirmede (alıcı saati modellendirmesi, faz belirsizliği çözümü, troposferik modellendirme vb.) kullanılacak yanlış stratejiler elde edilecek sonuçlarda önemli farklılıklar meydana gelmesine neden olacaktır. (Kahveci ve Yıldız, 2005).

### **3.2.1 BERNESE**

Bernese GPS Yazılımı, GNSS (Global Navigation Satellite System) verilerini kullanarak jeodezik ve daha farklı uygulamalar için en yüksek kalitedeki standartları elde etmede kullanılan gelişmiş bir yazılımdır. Amerikan Global Positioning System (GPS) ve Rus Global Navigation Satellite System (GNSS) sistemlerinin ikisini de desteklemektedir.

Son teknoloji ürünü modelleme, tüm ilgili değerlendirme seçenekleri üzerinde detaylı kontrol olanağı, otomatizasyon için güçlü araçlar, güncel, uluslar arası standartlara uyum, yüksek modüler tasarımı sayesinde sahip olduğu esneklik Bernese GPS yazılımının belirgin özellikleridir.

Mart 1988’de, selefi “Bernese Second Generation GPS Software” yazılımına dayalı olarak Bernese GPS yazılımı versiyon 3.0 tamamlanmıştır. 1988-1995 yılları arasında, yüksek doğruluklu GPS uygulamaları alanındaki hızlı gelişmeler paralelinde 5 ana versiyon yayınlanmıştır: Versiyon 3.1-Aralık 1988, Versiyon 3.2-Nisan 1990, Versiyon 3.3-Mayıs 1991, Versiyon 3.4-Mayıs 1993 ve Versiyon 3.5-Şubat 1995.

Eylül 1996’da Bernese GPS yazılımı Versiyon 4.0, çok-oturumlu ve çok-kampanyalı çözümleri etkin şekilde hesaplamada kullanılmak üzere normal eşitlikleri birleştirme amaçlı ADDNEQ programının ilk versiyonuyla birlikte yayınlanmıştır. Versiyon 4.0; Ch. Rocken ve J. Johnson tarafından geliştirilen, sabit GPS istasyon verilerini tamamen otomatik ve etkili şekilde değerlendirmeye yarayan ilk Bernese Processing Engine (BPE)’i içermektedir.

Kasım 1999'da yayınlanan Versiyon 4.2'den bu yana GLONASS gözlemleri (aynı zamanda GPS verileri ile birlikte) ve GNSS uydularına yapılan SLR (Satellite Laser Ranging) ölçümleri de değerlendirilebilmektedir. Ayrıca, ilk defa ADDNEQ programının halefi olan ADDNEQ2'nin test sürümü için Fortran 90 özellikleri kullanılmıştır.

Bernese GPS Yazılımının güncel dağıtımı Versiyon 5.0 (Mayıs 2004) dir. Versiyon 5.0'ın Versiyon 4.2'ye göre; kullanıcı dostu grafiksel arayüz, yerleşik html tabanlı yardım sistemi, yeni BPE, BPE script dili olarak Perl, alçak yörünge uyduları için (LEO) hassas yörünge tahmini, gelişmiş troposfer modelleme, IERS 2000 konvansiyonları ile uyumluluk gibi birçok avantajı bulunmaktadır.

### **3.2.2 GAMIT/GLOBK**

GAMIT/GLOBK özellikle yerkabuğu deformasyonlarının statik GPS ölçümleri ile belirlenmesine yardımcı olmak üzere geliştirilmiş, geniş kapsamlı bilimsel bir yazılımdır. Yazılım ABD'de MIT (Massachusetts Institute of Technology) tarafından geliştirilmiş ve NSF (National Science Foundation) tarafından finanse edilip araştırmacıların ve kullanıcıların hizmetine sunulmuştur. GAMIT modülü GPS verilerinin analiz edilmesi için kullanılmakta olup proses sırasında taşıyıcı dalga faz ölçmeleri ve pseudo-range (sözde-uzunluk) gözlemlerini kullanır. GAMIT faz ölçmelerinden ikili farklar oluşturarak, nokta konumu (koordinatları), uydu yörünge parametreleri (başlama durumu, radyasyon parametreleri, faz merkezi kayıklığı), dünya dönme parametresi (EOP), atmosferik gecikme parametreleri (zamana bağlı zenit gecikmesi ve gradyent ), taşıyıcı dalga faz belirsizliği gibi bilgilerin kestirimini yapar (Herring ve diğ., 2006).

GLOBK yazılımı ise GPS, VLBI ve SLR gibi çeşitli jeodezik uygulamalar için Kalman Filtreleme yapmaktadır. GLOBK modülü ile Kalman Filtrelemede, istasyonlara ait kovaryans matrisi, dünya dönüklük parametreleri, yörünge parametreleri ve GAMIT modülünden üretilen koordinat kestirimlerini kullanılır.



### 3.2.3 GIPSY

GIPSY-OASIS II, GPS verisini kullanarak yüksek doğruluklu konumlama ve yörünge belirleme amacıyla geliştirilmiştir. GIPSY-OASIS II real-time değil post-proses modunda çalışmaktadır. Modelleme ve tahmin görevlerinin birbiri ardına çalıştırılması gereken farklı programlara ayrılması nedeniyle GIPSY-OASIS ile gerçek zamanlı analiz yapmak mümkün olmamaktadır.

GIPSY (GPS-Inferred Positioning System) yazılımı JPL (Jet Propulsion Laboratory)'de geliştirilmiş ve ilk kez Mart 1985'te "High Precision Baseline Test" analizinde kullanılmıştır. Bu test 1 ppm doğrulukla başarılı ve yazılımın ve diferansiyel GPS yaklaşımının arkasında yatan konseptlerin geçerliliğini göstermiştir. Yazılım 400.000 in üzerinde kod satırından oluşmaktadır ve yıllar boyunca birçok mühendis, bilim adamı ve öğrenci tarafından yazılmıştır. Halen yalnızca JPL'den değil tüm dünyadan gelen katkılarla gelişmeye devam etmektedir.

GIPSY temelde iki bağımsız sistemden oluşur: *i-*) uydu araçlarının navigasyonu için geliştirilen yörünge belirleme yazılımı ve *ii-*) Yer dinamikleri ve sinyal yolu gecikmesinin modellenmesini içeren VLBI jeodezik yazılımı. 1985 yılında bu iki sisteme ek olarak, etkileşimli grafiklerle parametre veri düzenleme amaçlı bir ön-proses yazılımı ve parametre tahmini amaçlı Kalman filtreli bir yazılım, GIPSY'yi oluşturmak için birleştirilmiştir. Aynı zamanda, OASIS adında çeşitli modüller içeren bir yazılım geliştirilmiştir. Bu yazılım; yer yörüngesinin kovaryans analizinde, gravite alanı katsayılarının ve uydu yörünge parametrelerinin tahmininde kullanılmaktadır. Birçok araştırmacı genelde bu iki yazılımdan yalnızca birini kullansa da, GIPSY-OASIS terimi bu iki yazılımın birleşimini ifade etmektedir. Özellikle GIPSY'de bulunan modüller, veri indirgemedede kullanılmaktadır.

GIPSY-OASIS'in ilk geliştirilme çalışmaları VMS işletim sistemini kullanan VAX ve Micro VAX bilgisayarlarda gerçekleştirilmiştir. 1991 ve 1992 yıllarında GIPSY, Sun ve HP çalışma istasyonlarında işletilen UNIX sisteminde çalışmak üzere yeniden yazılmıştır. Bunun sonucunda ana modüller önemli değişme ve güncellemelere uğramıştır. UNIX altında çalışan sonuç yazılımının ismi GIPSY-OASIS II'dir.

## 4 GAMIT/GLOBK YAZILIMI ÇALIŞMA PRENSİBİ

GAMIT/GLOBK yazılımı kurulumu için öncelikle Linux tabanlı işletim sistemine sahip bir bilgisayar gereklidir. GAMIT/GLOBK'nın derlemesi sırasında kullanılacak maksimum istasyon sayısı ve atmosferik parametrelere uygun boyutların belirlenmesi ve analiz hesaplama ortam kapasitesinin ihtiyaçlara uyacak şekilde tasarlanmış olması gerekir. GAMIT/GLOBK, herhangi bir Linux işletim sistemi üzerinde komut satırı ile çalışan C betiği (C *Shell-CSH*) ve C ve FORTRAN programlama dilleri ile hazırlanmış uygulama yazılımlarından oluşur. C *Shell (CSH)* dosyalar GAMIT (~gg/com) dizini altında genelde sh\_ başlığı ile adlandırılmış şekilde bulunmaktadır. C ve FORTRAN uygulama dosyaları ise GAMIT'in (~gg/gamit, ~gg/libraries, ~gg/kf ) dizinleri içinde bulunurlar. GAMIT proses öncesi nokta gözlem ve navigasyon verileri yanı sıra, isteğe bağlı global ve kullanıcı müdahaleli ayar dosyalarını ister.

### 4.1 Proses Öncesi Global ve Ayar Dosyaları

GAMIT betiklerini çalıştırmadan önce prosese ait bir iş dizini oluşturulması gerekir. Daha sonraki aşamada geçerli dizin içinde oluşturulan tables dizini içine gerekli şablon ve tablo dosyaları ilişkilendirilir (link) ya da kopya edilir. Gerekli şablon ve dizinler GAMIT/GLOBK ana dizini içindeki tables dizini içinden alınır (~gg/tables). Bu işlemleri sh\_setup betiği ve tetiklediği sh\_links.tables betiği gerçekleştirir. Sh\_setup betiğinin çalıştırılması sonunda yaklaşık 38 adet dosyanın bir kısmı kopyalanmış bir kısmı da ilişkilendirilmiştir (link).

Bu dosyaların bir kısmını global ve bir kısmını da ayar dosyaları olarak sınıflandıracak olursak. Bunlardan global dosyalar genelde bir yıllık veriyi içeren ve kullanıcı tarafından değişimine gerek kalmadan her proseste otomatikman kullanılan dosyalardır. Ayar dosyaları ise proses sırasında kullanıcı tarafından düzenlenerek veya değiştirilerek prosesin çözüm şeklini veya yöntemini belirleyen dosyalardır. Global dosyalar ve açıklamaları aşağıda verilmiştir.

**ftp.info** IGS ürün sağlayıcıların FTP adreslerini, FTP girişi için kullanıcı adını ve şifresini, karşı sunucuda istenilen dosyaların hangi dizinlerde olduğunu tarif eden dosyadır. Dosya MIT tarafından oluşturulur. IGS ürün sağlayıcılarının protokol değişimlerinde veya yeni FTP adreslerinin eklenmesi durumunda kullanıcı tarafından değiştirilmesi gerekir. Dosya ASCII formatındadır. sh\_get\_hfiles, sh\_get\_nav, sh\_get\_orbits, sh\_get\_rinex, sh\_get\_stinfo, sh\_update\_eop CSH betikleri tarafından girdi olarak kullanılır.

```
# YYYY = 4 Char year, YY = 2 Char year, DDD = doy, GPSW = GPS Week, SSSS = 4 Char
Site ID
# SOPAC ftp site
# sopac address          lox.ucsd.edu
sopac address           garner.ucsd.edu
sopac login             anonymous
sopac password
sopac waddress         garner.ucsd.edu
sopac wlogin           anonymous
```

**nutabl.** Nutasyon dosyası olarak adlandırılan bu dosya yerin kendi eksenini etrafında dönerken dönme ekseninin konumunun değişimi ile ilgili dönüşümleri tablolar halinde listeler. Dosya isimlendirilirken ait olduğu yıl dosya uzantısı olarak verilir. Örneğin nutabl.2009. Dosya ASCII formatında olup MIT tarafından oluşturulmaktadır. arc, model, sh\_sp3fit/orbfit, ngstot, bctot., ttongs CSH betik ve uygulama dosyaları tarafından girdi olarak kullanılır.

```
Nutation ephemeris from nutIAU200 for Oct 1999 - Mar 2001 IAU2000
(1x,i5,8i8,8x,i2)          2451464 2452023 4 -1          1.E-04
51464 -146462 -53479 -146745 -53683 -146943 -53884 -147062 -54075
51466 -147109 -54250 -147093 -54402 -147026 -54528 -146922 -54624
51468 -146794 -54687 -146657 -54717 -146528 -54711 -146421 -54673
51470 -146352 -54603 -146336 -54505 -146387 -54385 -146515 -54248
51472 -146729 -54104 -147035 -53959 -147432 -53826 -147915 -53713
51474 -148473 -53633 -149087 -53593 -149734 -53604 -150381 -53670
51476 -150997 -53793 -151544 -53971 -151990 -54198 -152307 -54462
```

**luntab.** Ayın efemeris dosyasıdır. Jülyen tarihine göre ayın x,y,z konumunu verir. İnersiyal referans sistemi (B1950 veya J2000) girilen kontroller ile eşleşmelidir. Dosya luntab.97.B1950 veya luntab.2009.J2000 şeklinde isimlendirilebilir. Dosya ASCII formatında olup MIT tarafından oluşturulmaktadır. arc, model uygulama dosyaları tarafından girdi olarak kullanılır.

```

Moon ephemeris (J2000) from CfA NBODY740 for Nov 2008 - Feb 2010  rwk 2009/1/29
(1x,i5,6i11)                0 2454761 2455300  3 -1                1.E-03 J2000
54761 -135351607  311600979  149709331
54761 -177166109  297117631  139409804
54762 -216400285  278304157  127078428
54762 -252534883  255487384  112919043
54763 -285110642  229043294   97156403
54763 -313732101  199388741   80031665
54764 -338070065  166973323   61798037
54764 -357862905  132271485   42716648

```

**soltab.** Güneşin efemeris dosyasıdır. Jülyen tarihi ile güneşe göre dünyanın konumunu verir. İnersiyal referans sistemi (B1950 veya J2000) girilen kontroller ile eşleşmelidir. Dosya soltab.2009.J2000 şeklinde isimlendirilebilir. Dosya ASCII formatında olup MIT tarafından oluşturulmaktadır.

```

Earth ephemeris (J2000) from CfA NBODY740 for Nov 2008 - Feb 2010  rwk 2009/1/29
(1x,i5,6i11)                0 2454761 2455297  3  4                1.E+00 J2000
54761  131679225  63809434  27662855
54765  126393766  71968670  31200549
54769  120496382  79782426  34588296
54773  114014317  87209171  37807936
54777  106979598  94210437  40842872
54781   99427412  100751522  43678302
54785   91394448  106801744  46301220
54789   82916666  112333123  48699572

```

**gdetic.dat** Jeodezik datum dönüşüm parametre bilgilerini içerir. Her datum için beş karakterlik isim ve elipsoidin büyük yarıçap (m), basıklık tersi, öteleme (x,y,z), dönüklük ve ölçek parametrelerini tanımlar. Dosya ASCII formatında olup MIT veya kullanıcı tarafından oluşturulmaktadır. tform C-Shell betiği tarafından girdi olarak kullanılır.

Datum	a	1/f	dX	dY	dZ	dXdote	dYdote	dZdote
RX	RY	RZ	RXdote	RYdote	RZdote	Scale	Sdo t	Epoch
WGS84	6378137.	298.257223563	0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
NOD83	6378137.	298.257222101	0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
NGS/GSD corrections								
NAD83	6378137.	298.257222101	0.9889	-1.9074	-0.503	0.0007	-0.0001	
0.0019	25.915	9.426	11.599	0.067	-0.757	-0.031	-0.93	-0.19 1997.0
NGS/GSD wrt ITRF97								

**leap.sec** 01.01.1982 Tarihinden bu yana dünyanın güneş etrafındaki bir tam turunda okyanuslardaki gelgitler veya çeşitli nedenlerle meydana gelen yavaşlamanın hangi tarihte UTC saatine düzeltme olarak geldiğini bildirir. Her ne kadar GAMIT dosyalarında ve hesaplamalarında çoğunlukla GPS zamanını kullansa da bazı eski x dosyalarında UTC zamanı kullanılır. Bu sebeple leap.sec dosyasının bilgilendirme amaçlı kullanılması fayda sağlayacaktır. Bir sistemden diğer sisteme dönüşümde leap.sec dosyasından faydalanılır. Dosya ASCII formatında olup SIO, MIT veya kullanıcı tarafından oluşturulmaktadır. fixdrv, model, arc, ngstot, bctot., ttongs uygulama dosyaları tarafından girdi olarak kullanılır.

LEAP SECOND TABLE	Last updated by tah 02 Jan 2008
(1X, I7)	2454832 31 December 2008
2445151.0	! 30 JUN 1982 LEAP SEC INCREMENT
2445516.0	! 30 JUN 1983 LEAP SEC INCREMENT
2446247.0	! 30 JUN 1985 LEAP SEC INCREMENT
2447161.0	! 31 DEC 1987 LEAP SEC INCREMENT
2447892.0	! 31 DEC 1989 LEAP SEC INCREMENT
2448257.0	! 31 DEC 1990 LEAP SEC INCREMENT
2448804.0	! 30 JUN 1992 LEAP SEC INCREMENT
2449169.0	! 30 JUN 1993 LEAP SEC INCREMENT
2449534.0	! 30 JUN 1994 LEAP SEC INCREMENT
2450083.0	! 31 DEC 1995 LEAP SEC INCREMENT
2450630.0	! 30 JUN 1997 LEAP SEC INCREMENT
2451179.0	! 31 DEC 1998 LEAP SEC INCREMENT
2453736.0	! 31 DEC 2005 LEAP SEC INCREMENT
2454832.0	! LIMIT OF TABLE ( 31 December 2008)

**svnav.dat** Her bir GPS uydusunu birbirinden ayırt etmek için uydu numarasını, PRN numarasını, uydu kütlelerini, yörüngeden sapma parametrelerini çizelge şeklinde verir. Çizelgede uydunun yayına başlama veya yörünge değişimini esas alan

tarikh/saat/dakika bilgisi de bulunmaktadir. Dosya her yeni uydunun yörüngeye yerleştirilip yayına başlamasından ve/veya uydunun yörünge rotasının değişiminden sonra güncellenir. Kütle değeri ile birlikte Block numarası yerçekimiyle ilgili olmayan ivmeleri hesaplamak için kullanılır. Eğer antmod.dat dosyasında uydu model bilgisi mevcut değilse uydu kütle merkezi ile verici anten merkezi arasındaki farkın tespitinde uydu Block numarası kullanılır. Dosya ASCII formatında olup MIT tarafından oluşturulmaktadır. arc, model, makex uygulama dosyaları tarafından girdi olarak kullanılır.

```

NSN/PRN #s, masses, and yaw rates satellites. Last updated by R. King 21
December 2007
PRN SV BLK MASS(G) BIASED YAW RATE YR MO DY HR MN DX DY DZ (see
key at bottom)
4, 1 1 453800. U 0.1990 1978 02 22 00 00 0.210 0.0 0.854
6, 3 1 453800. U 0.1990 1978 10 06 00 00 0.210 0.0 0.854
8, 4 1 440900. U 0.1990 1978 12 10 00 00 0.210 0.0 0.854
5, 5 1 462600. U 0.1990 1980 02 09 00 00 0.210 0.0 0.854
9, 6 1 462600. U 0.1990 1980 04 26 00 00 0.210 0.0 0.854
11, 8 1 522200. U 0.1990 1983 08 10 00 00 0.210 0.0 0.854
13, 9 1 520400. U 0.1990 1984 07 19 00 00 0.210 0.0 0.854
13, 9 1 520400. Y 0.1990 1994 06 06 00 00 0.210 0.0 0.854
12, 10 1 519800. U 0.1990 1984 10 03 00 00 0.210 0.0 0.854
3, 11 1 521800. U 0.1990 1985 10 30 00 00 0.210 0.0 0.854
3, 11 1 521800. Y 0.1990 1994 06 06 00 00 0.210 0.0 0.854
2, 13 2 878200. U 0.1130 1989 06 10 00 00 0.279 0. 0.9519
#launched 89 06 10; set healthy 89 08 10

```

**antmod.dat** Dosya uydulardaki anten faz merkezi kayıklıklarını ve anten marka modelinin azimuta ve yükseklik açısına bağlı değişim fonksiyonunu verir. IGS/MIT tarafından hazırlanır. Dosya ASCII formatındadır. model uygulama dosyaları tarafından girdi olarak kullanılır.

```

START OF ANTENNA
BLOCK II G15 G015 1990-088A TYPE / SERIAL NO
GFZ/TUM 0 20-APR-05 METH / BY / # / DATE
0.0 DAZI
0.0 14.0 1.0 ZEN1 / ZEN2 / DZEN
2 # OF FREQUENCIES
1990 10 1 0 0 0.0000000 VALID FROM
IGS05_1400 SINEX CODE
G01 START OF FREQUENCY
279.00 0.00 2312.00 NORTH / EAST / UP

```

NOAZI	-0.80	-0.90	-0.90	-0.80	-0.40	0.20	0.80	1.30	1.40
1.20	0.70	0.00	-0.40	-0.70	-0.90				
G01									END OF FREQUENCY
G02									START OF FREQUENCY
279.00	0.00	2312.00							NORTH / EAST / UP
NOAZI	-0.80	-0.90	-0.90	-0.80	-0.40	0.20	0.80	1.30	1.40
1.20	0.70	0.00	-0.40	-0.70	-0.90				
G02									END OF FREQUENCY
									END OF ANTENNA

**rcvant.dat** Dosyada RINEX dosyaların başlık kısmında bildirilen alıcı antenlerinin 20 karakterlik tam isimleri ve birbirlerinden ayırt etmek için 6 karakterlik GAMIT formatında karşılık kodları tablolar halinde bulunur. Örnek olarak aşağıdaki tabloda görüldüğü gibi TRIMBLE 4000SST serisinin GAMIT formatında 6 karakterlik karşılık kodu TRMSST olarak adlandırılır. IGS, MIT ve IGS standartlarında kullanıcı tarafından hazırlanır. Dosya ASCII formatındadır. sh\_upd\_stnfo CSH betiği ve model uygulama dosyaları tarafından girdi olarak kullanılır.

TRMSST	* TRIMBLE 4000SST	P		Dual freq. L1 C/A; L2 squaring; L2 P-code optional
TR4SST	TRIMBLE GEODESIST	P		Dual freq. P-code on L1 and L2 (same box as SST)
TRMSSE	* TRIMBLE 4000SSE	P		Dual freq. P-code on L1 and L2; xcr Y-code
TRMSSI	* TRIMBLE 4000SSI	P		Dual freq. P-code on L1 and L2; xcr Y-code "Geodetic Surveyor 4000SSi"
TR4SIS	TRIMBLE 4000SSI-SS	P		Dual freq. P-code on L1 and L2; xcr Y-code "Site Surveyor 4000SSi"
TRMSGR	* TRIMBLE 4000MSGR	P		Military version of 4000 SSI (no official IGS code)
TR4400	TRIMBLE 4400	P		L1/L2 receiver, enhanced L2 tracking
TR4600	TRIMBLE 4600	P		L1 receiver, with internal antenna

**pole.** Dosya GAMIT modülleri içinde enterplosyon için kutup hareketlerinin devinimlerini tablo halinde gösterir.

Bulletin A values from USNO finals.data (1184024 Feb 5)												
(5x,i5,12i6,8x,i2)												
48622	18297	16882	18060	16682	17816	16485	17580	16288	17351	16090	17125	15892
48628	16900	15694	16667	15500	16413	15325	16141	15167	15859	15021	15570	14881
48634	15274	14745	14977	14610	14678	14473	14377	14343	14066	14220	13735	14106

**ut1.** Dosya TAI (Üniversal Atomik Zaman) ve UT1 (Evrensel Zaman) değerlerini kapsamaktadır. Düzenli olarak güncellenir. MIT, SOPAC veya kullanıcı tarafından oluşturulur.

```
Bulletin A values from USNO finals.data (1184024 Feb 5)
(5x,i5,6(i9,lx),14x,i2)          4 2448622 2454504 6 1          1.E-06
 48622 26125167 26126956 26128701 26130468 26132318 26134297
 48628 26136433 26138735 26141187 26143760 26146412 26149085
 48634 26151713 26154238 26156619 26158866 26161031 26163214
 48640 26165539 26168108 26170966 26174060 26177250 26180387
 48646 26183350 26186079 26188567 26190848 26192987 26195069
```

**stations.oct** Dosya sürekli gözlem yapan istasyonların okyanus gelgit yükleme bileşenlerini içerir.

```
ANKARA ANKR
$$ Complete CSR4 PTM
$$ Computed by OLF, H.-G. Scherneck, Onsala Space Observatory 16-Jun-99
$$ ANKARA 20805M002 GPS RADI TANG lon/lat: 32.7585 39.8874
 .00326 .00122 .00068 .00032 .00081 .00072 .00028 .00011 .00007 .00011 .00003
 .00098 .00026 .00025 .00007 .00041 .00017 .00013 .00002 .00002 .00001 .00001
 .00075 .00023 .00014 .00006 .00057 .00031 .00018 .00007 .00002 .00001 .00002
 -73.8 -45.8 -88.8 -43.8 -133.9 -122.9 -131.6 -129.3 19.1 4.9 -180.0
 24.4 34.0 5.2 30.5 130.5 89.3 127.4 86.3 -179.9 4.1 .0
 -105.2 -87.0 -122.0 -85.8 31.5 21.5 28.5 46.9 -123.2 139.1 .0
$$
```

**grid.oct** Dosya belli aralıklardan oluşan küresel gride göre okyanus gelgit yükleme bileşenleri içerir. İkili dosya formatındadır.

Ayar dosyaları ve açıklamaları aşağıda verilmiştir.

**station.info** Dosyada kullanıcının manüel veya otomatik olarak (sh\_upd\_stnfo ile) oluşturacağı minimum olarak proste kullanılan tüm noktaların alıcı, anten, yer ve diğer özel bilgileri bulunur. Tüm IGS istasyonları için günlük yayımlanır ve “<http://sopac.ucsd.edu/processing/gamit>” adresinden güncellenebilir. Güncelleme için “sh\_get\_stnfo” CSH betiği çalıştırılır. Ayrıca kullanıcının gözlem nokta



bilgilerini mevcut dosyaya manüel olarak veya otomatik olarak eklemesi gerekir.  
Komut

“sh\_upd\_stnfo –files ../rinex/ankr1110.09o –expt (XXXX proje adı) –orbt pgga “  
şeklinde girilir.

Gözlem dosyaları bilgileri RINEX dosya içinden alınmaktadır. Kullanıcı tek tek veya joker karakterleri kullanarak tüm gözlem dosyaları bilgilerini station.info dosyasına otomatik olarak girebilir. Eğer gözlem dosyalarında belirtilen alıcı ve anten bilgileri IGS standartlarına uygun ise “sh\_gamit” bu güncellemeyi otomatik olarak “sh\_upd\_stnfo” komutunu çalıştırarak yapabilir. Aksi takdirde kullanıcının bu bilgileri dosyaya manüel girmesi gerekir. Dosya örneği ve açıklaması aşağıda verilmiştir.

*SITE	Station Name	Session Start	Session Stop	Ant Ht	HtCod	Ant N
Ant E	Receiver Type	Vers	SwVer	Receiver SN		
Antenna Type	Dome	An	tenna SN			
019B	TOBISHIMA	1996 072 00 00 00	2003 160 00 00 00	0.0000	DHPAB	0.0000
0.0000	TRIMBLE 4000SSI	7.16	7.16	-----		
TRM23903.00	-----	--	-----			
019B	TOBISHIMA	2003 160 00 00 00	9999 999 00 00 00	0.0000	DHPAB	0.0000
0.0000	TRIMBLE 5700	1.24	1.24	-----		
TRM29659.00	-----	--	-----			
CESM	CESM	2009 001 00 00 00	9999 999 00 00 00	0.0870	DHPAB	0.0000
0.0000	TRIMBLE NETR5	Nav 3.80 / Boot 3	3.80	4737K07097		
TRM55971.00	-----					

Dosyada sırasıyla, 4 karakterli istasyon kodu, 12 karakterli istasyon adı, oturuma başlama ve bitiş zamanı, anten yüksekliği, anten yüksekliğinin ölçüm yöntemi (DHARP : DHAntenna Reference Point), antenin kuzey ve doğu yönündeki yönelimi, 6 karakterli alıcı kodu, alıcı yazılımın versiyonu ve son olarak da 6 karakterli anten kodu bilgileri verilir.

**session.info** GAMIT tek veya çoklu gün çözümlerde her farklı gün için gün numarası ile bir dizin oluşturur. Gün dizininde bulunan session.info dosyasında oturumun



Rx\_doy\_minus değişken değeri birçok günü kapsayan RINEX dosyası varsa artırılmalıdır. Maksimum değeri 7 dir. Eğer bütün RINEX dosyaların oturum zamanı 0-24 saat içinde gerçekleşmiş ise değerin 0 alınması prosese zaman kazandırır.

Bu bildirimlerin birçoğu sh\_gamit betiği harici parametreleri ile de belirlenebilir.

Kaynaklar bölümünde proses sırasında disk üzerinde ayrılacak minimum dosya boyutları (KB) belirlenir. Yapılan kaynak ayarlarına göre disk boş alanı yetersizse prosesin başlaması önlenir.

Varsayılan ayarlardan değişime ihtiyaç duyulacak tek bölüm işletim sistemine tabi ayar bölümüdür. Örneğin farklı işletim sistemlerine göre GAMIT/GLOBK kapsamı dışında ImageMagick-convert, mailto, Ghostscript gibi modüllerin yapılanması ile ilgili bildirimlerin burada yapılması gereklidir. Bu modüllerden bir veya birkaçına sahip olmayan sistemlerde bazı GAMIT/GLOBK modülleri çalışmaz. Örneğin ImageMagick programının sisteme yüklenmemiş olması durumunda uydu görünümleri analizi Postscript formatında kalacaktır.

Bu dosyadaki birçok genel ayar önceden ~gg/tables/ process.defaults dosyasından yapılırsa her proses için ayrı düzenleme yapılmasına gerek kalmayacaktır.

**sites.defaults** Dosya proste hangi sabit IGS istasyonlarının ve yerel istasyonların kullanılacağı ve bu istasyonların nasıl kullanılacağını bildirir. RINEX dizininde RINEX verisi olan bütün istasyonların burada bildirilmesi gereklidir. Bu dosyada ve RINEX dizininde verisi olup da proses dışında tutulacak istasyonlar için sh\_gamit komutu devamında “-xsite istasyon kodu” parametresi bildirim yapılr. Aşağıda sites.defaults dosyası içeriği gösterilmiştir.

```

ankr_gps  sonc ftprnx  xstinfo glrepu glreps glts
ista_gps  sonc ftprnx  xstinfo glrepu glreps
nico_gps  sonc ftprnx  xstinfo glrepu glreps
akhr_gps  sonc localrx xstinfo glrepu

```

Burada ilk sütun istasyon isimlerinden oluşmaktadır. İsimler 4 karakter istasyon kodu ve \_gps ekinden oluşur. İkinci sütun (XXXX) kullanıcının prosese verdiği isimdir. Burada isim 4 karakter olmalıdır. Üçüncü sütun RINEX veya RAW ham verilerin hangi yöntemle alınacağı bildirilir. ftpnx seçeneği ile istasyonların gözlem verilerinin GAMIT/GLOBK tarafından bilinen adreslerden alınmasını veya localrx bildirimini ile de verilerin proses dizini içinde RINEX dizininden alınması sağlanır. Proses öncesi referans istasyonları verileri alınmadıysa genelde IGS veya diğer sürekli gözlem yapan istasyonlar için ftpnx (ftp.info dosyasında FTP adreslerinin bildirilmesi şartıyla), RINEX dizini içine yüklenen gözlem dosyaları için ise localrx yazılarak dosya düzenlenir.

**Koordinat Dosyaları (apr ve lfile)** sh\_gamit geçerli (~gg/tables) dizinden proses dizinine IGS veya sabit istasyonların koordinatlarının bulunduğu iki dosya kopyalar bunlardan biri itrffy.apr dir ve IGS noktalarının kartezyen koordinatlarını noktaların hızlarını, koordinatların karesel ortalama hatalarını ve standart sapmalarını içerir. Her gün sonrasında ayarlamalar belirlenen değeri (0.3m varsayılan) aşarsa dosya otomatik güncellenir. Apr dosyasında olmayan noktalar için bilinen iyi koordinatlar varsa ve bunların değiştirilemez olması istenirse dosyaya eklenmelidir. Diğer koordinat dosyası ise lfile dosyasıdır. Dosya örneği aşağıda verilmiştir.

```
* Apriori coordinates file from IGS05_061102.prt : Date Sat Nov 18 17:33:24 EST 2006

SFER_GPS 5105519.00641 -555145.87645 3769803.36526 -0.00635 0.01407 0.01541
2004.471 0.0011 0.0006 0.0009 0.0005 0.0002 0.0004
WES2_GPS 1492233.24889 -4458089.49634 4296046.03730 -0.01645 -0.00026 0.00184
2004.967 0.0008 0.0012 0.0011 0.0005 0.0011 0.0010
DUBO_GPS -417603.68122 -4064529.80405 4881432.16862 -0.01771 -0.00211 -0.00245
2004.415 0.0007 0.0010 0.0011 0.0002 0.0003 0.0004
YELL_GPS -1224452.61392 -2689216.13041 5633638.27953 -0.02011 -0.00456 0.00006
2002.537 0.0007 0.0007 0.0010 0.0001 0.0001 0.0002
GOLD_GPS -2353614.30713 -4641385.34035 3676976.43041 -0.01708 0.00501 -0.00247
2004.068 0.0008 0.0010 0.0009 0.0002 0.0003 0.0002
QUIN_GPS -2517231.11672 -4198595.11499 4076531.23289 -0.02088 0.00660 -0.00133
2002.660 0.0008 0.0011 0.0011 0.0002 0.0003 0.0003
TRAB_GPS 3705250.39939 3084421.67929 4162044.76091 -0.02296 0.01348 0.01045
2003.762 0.0010 0.0008 0.0010 0.0004 0.0003 0.0004
MERS_GPS 4239148.25 2886971.06 3778880.67 0.0000 0.0000 0.0000 2009.06
SAMN_GPS 3867002.29 2835991.84 4191211.24 0.0000 0.0000 0.0000 2009.06
```

Bu dosya IGS ve yerel istasyon noktaları koordinatlarını içerir. Koordinatlar yüksek doğrulukta belirlenmelidir. Proses öncesinde dosya içeriğinde IGS'lerin veya referans noktalarının koordinatlarının yatayda 5 mm ve düşeyde 10 mm doğrulukta olması gerekir. Bu dosyada kullanılan referans noktalarının IERS (Uluslararası Yer Dönme ve Referans Sistemleri Servisi- International Earth Rotation Service) tarafından yüksek doğrulukta hesaplanan IGS'ler olmasına dikkat edilmelidir. Proseste referans noktalarının koordinatlarının doğruluğu, hesaplanan yerel noktanın koordinat doğruluğunu etkileyecektir. Yerel noktanın IGS noktalarına uzaklığı da sonucu etkileyen faktörlerdendir.

lfile içinde koordinatları olmayan herhangi bir istasyon için sh\_gamit sözde-uzunluk (pseudo-range) çözümü yoluyla koordinat hesaplar veya istasyonun yaklaşık koordinatlarını sh\_rx2apr betiği ile RINEX dosyasından alarak lfile dosyasına ekler. Burada, yerel noktanın RINEX verisinde bulunan yaklaşık koordinatının varlığı ve doğruluğu önemlidir. GAMIT çalıştığında bu koordinatlar faz çözümünden güncellenir ve böylece, aynı istasyonun gözlem yapacağı birbirini izleyen günler için doğru koordinatlar kullanılır. Proses sırasında lfile dosyasında gerekli düzenlemeler ve güncellemeler yapılır.

lfile dosyası 1.sütunu dört karakter uzunluğunda istasyon isimlerini ve \_GPS ekini, 2,3 ve 4.sütunlar kartezyen koordinatı x,y,z bileşenlerini, 5,6 ve 7.sütunlar nokta hızı x,y,z bileşenlerini, 8.sütun epöğü, 9.sütun istasyon numarasını, 10.sütun istasyonun bulunduğu yeri, 11,12 ve 13.sütunlar koordinatın x,y,z bileşenleri karesel ortalama hatasını ve 14,15 ve 16.sütunlar ise karesel ortalama hataların standart sapmalarını göstermektedir.

**Sittbl.** Bu dosyada koordinatları yüksek doğrulukla bilinen noktaların zorlamaya tabi tutulacağı ve koordinatları düşük doğruluklu bilinen noktaların gevşek olarak bırakılacağı bildirilir. "sittbl." dosyası proses sonucu için önemli rol oynamaktadır. Aşağıdaki örnekte görüldüğü üzere proseste kullanılan ve referans olarak alınan istasyonların yatay ve düşey bileşenlerine 0.005 ve 0.01 metre duyarlılığında kısıt getirilmiştir. GAMIT prosesi sırasında zorlama limiti getirilen noktaların l-file

dosyasındaki koordinatları en fazla limit miktarı kadar değiştirebilecek, 100m limit değişimi ile gevşek bırakılan diğer noktaların koordinatlarını ise baz uzunlukları ile serbest olarak hesaplanacaktır. Bu dosyada amaç, koordinatları çok iyi bilinen ve l-file veya apr dosyasında bildirilen güvenilir noktalar yardımı ile diğer noktaların koordinat bileşenlerini en iyi şekilde kestirimidir. Zorlama verilen noktaların koordinatları apr dosyasında bulunmazsa proses sonuçlanmayacaktır. Prosesten sonra GLOBK modülü ile veri analizi yapıldığında ise bu dosya içeriğine göre noktaların verileri birleştirilerek istasyon noktalarının koordinatları, hızları, uydu yörüngeleri ve dünya dönüş parametrelerinin tahmin edilmesi gerçekleştirilir.

```

SITE          FIX    --COORD.CONSTR.--
      << default for regional stations >>
ALL          NNN    100. 100. 100.
      << IGS core stations >>
NICO NICO_GPS  NNN    0.005 0.005 0.01
NSSP NSSP_GPS  NNN    0.005 0.005 0.01
SOFI SOFI_GPS  NNN    0.005 0.005 0.01
ZECK ZECK_GPS  NNN    0.005 0.005 0.01
VILL VILL_GPS  NNN    0.005 0.005 0.01

```

**sestbl.;** Bu dosya GAMIT'in proses sırasında kullanacağı proses tekniklerini bildiren ve bir anlamda da GAMIT prosesinin felsefesi diyebileceğimiz konfigürasyon dosyasıdır. Dosya içeriği ile yapılacak prosese ait analiz tipi, başlangıç koordinatları seçiminde zorlama miktarı, uydu seçimleri bildirilir. Proses yaparken sestbl. dosyasında yapılacak muhtemel ayarlar aşağıda açıklanmıştır. Yine bu ayar ve kabullerden bazıları bu tezin tasarım ve proje kısmında profesyonel kullanıcılar için ayarlar düğmesi ile açılacak sayfada değiştirilebilmekte ve kullanıcıya seçim imkânı verilmektedir. Sayfanın kullanımı sırasında seçimle ilgili açıklama penceresi otomatik olarak gelmektedir.

```
Choice of Experiment = BASELINE ; BASELINE/RELAX/ORBIT
```

Sestbl. İçinde bulunan üsteki satır yapılacak çalışmada “baz uzunlukları nasıl modellenecek?” sorusuna cevap verir.

BASELINE seçimi ile uydu yörüngelerinin sabitliği kabul edilir. GAMIT prosesinde ve “h” çıktı dosyalarında yörüngesel düzeltme parametreleri ihmal edilmiş olacaktır. Böylece, uydu konumları sabit alınacaktır. Proses tarihi için sp3 formatında yörünge verisi varsa uydu konumlarında yaklaşık 2.5 cm doğruluk elde edilebiliyor demektir. Eğer maksimum 4000 km’ye kadar baz uzunluklu çözüm yapılacak ve IGS uydu yörünge verileri kullanılacaksa BASELINE daha doğru seçimdir.

RELAX seçeneğinde prosesin “h” çıktı dosyaları ile küresel prosten alınacak dosyalar (örneğin MIT ya da SOPAC’tan) birleştirilerek kullanılır. Yörünge parametrelerine zorlama uygulanır. Uydu yörünge parametreleri de bilinmeyen olarak alınır. Uydu yörünge konumlarının yeterince duyarlı belirlenebildiği günümüzde RELAX kullanılmayan bir seçim olabilir.

ORBIT seçeneği ile global ölçekte çalışmalarda uydu yörünge parametreleri de proses içinde dengelenerek belirlenebilir. Yörüngesel parametreler için verilen değerler yaklaşık olarak 2 cm mevcut IGS yörüngeleri için makuldür.

Type of Analysis	0-ITER: ARC (optional), MODEL, AUTCLN, SOLVE
	1-ITER: Two sequences of 0-ITER (default)

Yukarıdaki seçenekte ne tür bir analiz yapılacağı belirlenir. 1 iterasyon veya 0 iterasyon seçimidir. GAMIT ile GPS verileri değerlendirilirken yaklaşık koordinatların çok yüksek doğrulukta verilmesi gerekir. Buradaki çok yüksek doğrulukla 10m doğruluk kastedilmektedir. Yaklaşık koordinatların tespiti için GAMIT içindeki hesaplama araçları kullanılabildiği gibi yaklaşık koordinat hesabı GAMIT tarafından proses sırasında otomatik olarak da yapılabilir. Eğer sistemde yansıma (multipath) gibi bir durum söz konusu ise yaklaşık koordinatlar Google Earth benzeri online haritalarla dahi tespit edilebilir. Varsayılan değer 0-ITER olarak kullanılır. Eğer gözlem yapılan istasyonun yaklaşık koordinatları çok iyi değilse, 1-ITER seçimi ilk seferde verileri ayıkla ve yeniden istasyon koordinatlarını bul, ikinci kez bir daha dene veya tekrarla anlamına gelmektedir.

Choice of Observable = LC\_AUTCLN ; LC\_HELP/L1\_ONLY/ L2\_ONLY/LC\_ONLY/  
L1\_SINGLE/L1,L2\_INDEP

Yukarıdaki satır ile alıcı tarafından gözlenen veya proseste kullanılmak istenen uydudan gönderilen frekans seçimi yapılmaktadır.

LC\_AUTCLN ve LC\_HELP çift frekanslı alıcılar ve tüm kısa bazlı prosesler ile kullanılan seçenektir. LC\_AUTCLN seçeneği sayesinde, geniş ara (wide-lane) taşıyıcı dalga faz belirsizlikleri saptanır ve autcln içinde uydu alıcı sanal mesafeleri (pseudo-range) kullanılarak çözüme gidilir. LC\_HELP ile, geniş ara (wide-lane) taşıyıcı dalga faz belirsizlikleri İyonosferik zorlama uygulanarak çözümlenir (Dong ve diğ., 1989). İyonosferik gecikme ölçmek için geliştirilmiş alıcılarla elde edilen data için (~1994' den önce) LC\_HELP kullanılmalıdır. Diğer gözlemlenebilir seçeneklerinden L1\_ONLY, L2\_ONLY, L1\_INDEP. birkaç km den az baz uzunluklarında, LC\_ONLY ise sinyal belirsizliği çözümünün istenmemesi durumunda seçilebilir.

GAMIT proses sırasında yaptığı ağırlıklandırmada eğer istasyonlar birbiri arasında çok yakınsa tek bir faz gözlemlerini değerlendirmeye döner. İstasyonlar arası uzaklıklar arttığında ise otomatik olarak iyonosferden bağımsız bileşenleri değerlendirmeye döner. Birbirine yakın istasyonlarda korelasyon yüksek ve birbirinden uzak istasyonlarda ise korelasyon düşüktür. Bu durum ağırlıkları etkiler. Burada kısaca iyonosferin istasyon gözlemlerine etkisinden bahsedecek olursak; İyonosfer ortamı yakın istasyonların gözlemlerinde hemen hemen aynı olarak kabul edilecek ve bu durumda ağırlık kullanmak suretiyle ölçülere yansıtacaktır. Eğer istasyonlar arası 100-300 km açılırsa korelasyon düşecek ve istasyonlar arası gözlem ölçüleri birbirinden bağımsız olarak kabul görecektir. Dolayısıyla sistem otomatik olarak istasyonlar birbirine yakın olduğunda L1\_ONLY, L2\_ONLY 'ye uzaklaşınca da LC\_AUTCLN'e döner.



```
AUTCLN reweight = Y ; Release 10.31 equivalent of Use N-file
```

Yukarıdaki satır önemli özelliklerden biridir. Gözlemler ile ilk değerlendirme yapıp, istasyonlarda bazı istatistiksel büyüklükler bulunduğunda, getirilecek düzeltmelere bakılarak istasyonlarda ağırlıklandırma yapılır.

Baz uzunluklarına göre ya da uydunun yükseklik açısına bağlı olarak iki ağırlıklandırma yöntemi uygulanabilir. Genelde her ikisi kullanılsa da istasyonların davranışlarını görmek adına ikinci yöntem önemlidir. İstasyonların gözlemlerinde uydulara bakış açılarına göre ağırlıklandırma yapılacaktır. Bu sayede, zenit açısındaki uydudan alınan gözlem ağırlığı ufuk doğrultusuna yakın uyduya yapılan gözlem ağırlığından daha yüksek alınacaktır. Çünkü sıfır zenit açısından ufuk çizgisine doğru açıldıkça uydu sinyalleri iyonosfer veya atmosfer ortamında daha çok yol kat edecek, böylece, daha çok bozucu etkilere maruz kalacaktır.

```
AUTCLN Command File = autcln.cmd ; Filename; default none (use default options)
```

GAMIT ilk çözümü yaptıktan sonra tekrar ağırlıklandırma yaparak ve algoritma oluşturarak yeniden istasyonlara ait ağırlıkları bulur. Bu durum autcln.cmd dosyası içinde belirtilmiştir.

```
Decimation Factor = 4 ; FOR SOLVE, default = 1
```

Proses sırasında %25 ölçünün kullanılması anlamına gelir. GAMIT verileri değerlendirirken bütün verileri değerlendirmez. Çünkü ardışık gözlemler birbirleriyle yüksek derecede korelasyonludur. Dolayısıyla her 4 gözlemden biri kullanılabilir. GAMIT proses sırasında maksimum 2880 epok kullanmakta olup bu 2880 epokun tamamı yerine dört adet ardışık epoktan sadece biri kullanılmaktadır. Bu seçenek çözüm hızını etkileyecektir.

```
Quick-pre decimation factor = 10
```

Eğer verilerde yansıma (multipath) vs gibi hata yoksa 8-24 saatlik verileri kullanmak suretiyle istasyon yaklaşık koordinatları GAMIT tarafından mutlak konumlama ile 3-4 metre doğrulukla belirlenir. Örnek olarak 30-40 m doğrulukta yaklaşık koordinat

verilse dahi GAMIT'in ilk etapta istasyon için yaklaşık koordinat hesaplaması gerekir. Bu durumda 2880 adet epoğun tamamı yerine her 10 epokta biri kullanılsın seçeneği ile  $2880/10=288$  epokla yaklaşık koordinat hesaplama süresi kısaltılacaktır.

Zenith Delay Estimation = Y ; Yes/No (default No)

Uydunun başucu doğrultusuna göre atmosferik gecikmenin modellenmesi ve tahminidir. Atmosferik gecikmeye su buharı etkisinin modellenmesinde meteorolojik yüzey verilerinin kullanılmasından sonra GAMIT zenit gecikme düzeltmeleri tahminini sağlamaktadır. Atmosferde yeryüzünden 80 km yüksekliğe kadar olan kısım troposfer olarak adlandırılmıştır. Gözlem yapılan istasyon konumu itibari ile yörüngede farklı yükseklik açısındaki uydulardan veri alınmaktadır. Her istasyona gelen sinyal için troposferden ya da su buharı yoğunluğundan kaynaklanan bir zenit gecikmesi hesaplanabilir. Bu çözüm açısından optimal değildir. Oysa zenit gecikmeleri uygun troposferik modeller kullanılarak veya projeksiyon fonksiyonları kullanmak sureti ile herhangi bir yükseklik açısındaki gözlem zenit doğrultusuna indirgenebilir. Burada zenit gecikmesi tahmini daha basittir. Çünkü diğer bilinmeyenler (istasyon koordinatları, kutup hareketi parametreleri vs.) doğruluğu önemli ölçüde etkileyen faktörlerdir.

Interval zen = 2 ; 2 hrs = 13 knots/day (default is 1 ZD per day)

Zenit gecikmesinin hesaplanma aralığını saat biriminde bildirmektedir. 24 Saatlik birimde 0,2,4.....24 saatler için zenit gecikmesi hesaplanmasını istediğini bildirir. Böylelikle 24 saatlik zaman dilimi içinde 13 adet hesaplama gerçekleşir. Bu parametre için GAMIT tarafından önerilen aralık 4–6 saattir. Bir gün için 5-7 hesaplama sayısı yeterli olabilmektedir.

Elevation Cutoff = 0

GPS alıcılarında ölçüme başlama sırasında alıcıya ilk girilen parametrelerden biridir. Gözlem sırasında ufuk çizgisine göre girilen yükseklik açısının üzerinde görülen uydulardan gelen verilerin kabulüdür. Alıcılarda "Elevation mask angle" bilgisi

olarak bildirilir. 10° ve 15° arasında girilir. Önceleri 15° standart olarak girilirken günümüzde projeksiyon fonksiyonları o kadar gelişme gösterdi ki artık 10° 'ye kadar bu sayı indirilebilir. Burada her ne kadar varsayılan değer 0 girilmiş olsa da kaba hatalı ve uyumsuz ölçüleri analiz etmek için bu değer aslında autcln.cmd dosyasında bildirilir.

```
Atmospheric gradients = Y          ; Yes/No (default No)
Number gradients = 1              ; number of gradient parameters per day (NS
or ES); default 1
```

Atmosferin yatay yöndeki koordinat bileşenlerine etkisi hesap edilebilir. Nokta konumunun yatay yöndeki bileşenlerine, atmosferin tabaka tabaka değişiminin etkisi doğu-batı yönünde çok fazla kritik olmasa da özellikle kuzey güney yönünde kritik bir değişim söz konusudur. “Number gradients” değerine 1 verilmesi yeterli olacaktır.

```
DMap = GMF                        ; GMF (default) /NMFH/VMF1
WMap = GMF                        ; GMF (default) /NMFV/VMF1
```

Mapping fonksiyonlar; Uydunun herhangi bir yükseklik açısında zenit gecikmesini zenit doğrultusuna indirgemek için kullanılan projeksiyon fonksiyonlarıdır. Bunlar GMF (Global Mapping Function), NMF (New Mapping Function) ve VMF1 (Vienna Mapping Function) olarak seçilebilir.

DMap = GMF ile Zenit gecikmesinin kuru bileşeni yaklaşık 2.13 cm civarında kolaylıkla hesaplanabilmektedir.

WMap = GMF Zenit gecikmesinin ıslak bileşeni için aynı kolaylık söz konusu değildir. Islak bileşen kestiriminin daha iyi yapılması gerekmektedir.

Eğer bu seçeneklerde tahmin değerleri yerine ölçülen gerçek büyüklükler kullanılmak istenirse VMF1 seçeneği tercih edilmelidir. Bu seçim içinde veriye ihtiyaç vardır.

```
Tropospheric Constraints = NO ; YES/NO (spatial constraint)
```

sestbl. dosyasına ilaveten troposferik kısıt seçeneği eklenmiştir. Zenit gecikmesi parametrelerinde konuma bağlı zorlama modellenmesi düşünülebilir. Bu zorlama, sıkı bir ağ oluşturan ve devamlı gözlem yapan istasyonların başucu gecikmesi parametrelerini bir arada modellemek için faydalı olabilir. Bu durumda sittbl. dosyasına aşağıda örnekte gösterilen sütunlarında eklenmesi gerekir. Örnekte sittbl. dosyasında tek tek bildirilen istasyonlar ve bildirilmeyenler için gecikme parametreleri aynı alınmıştır.

SITE	---MET. VALUE---	--SAT.--	ZCNSTR	ZENVAR	ZENTAU
ALL	1013.25 20.0 50.0	YYYYYYYY	0.500	0.020	100.
VILL VILL_GPS	1013.25 20.0 50.0	YYYYYYYY	0.500	0.020	100.
MAS1 MAS1_GPS	1013.25 20.0 50.0	YYYYYYYY	0.500	0.020	100.
FORT FORT_GPS	1013.25 20.0 50.0	YYYYYYYY	0.500	0.020	100.
BRAZ BRAZ_GPS	1013.25 20.0 50.0	YYYYYYYY	0.500	0.020	100.

Eğer istasyonlar 500 km ye kadar okyanus yüklemesinden etkileniyorsa bir grid dosyası yüklenmesi gerekir bu grid GAMIT/GLOBK sayfasından (<http://www-gpsg.mit.edu/~simon/gtgk/down.htm>) indirilip sisteme yüklenebilir. Çok yüksek presizyonlu çalışmalar için bazı istasyonlarda atmosferik yüklemeye hesaplanabilir. Özellikle Radyal bileşeni yani yükseklik bileşeninin doğruluğunun artırılması gereken çalışmalarda kullanılabilir. Sistemimizde bu özellikler kullanılmamıştır.

```
Tides applied = 31 ;Binary coded: 1 earth 2 freq-dep 4 pole
;8 ocean 16 remove mean for pole tide 32
atmosphere ; default = 31
```

Gelgit düzeltmeleri sayısal olarak hesaplanır. Karasal gelgitler, frekansa bağlı, kutup, okyanus, atmosferik gelgitler; tümü için 63 Byte değeri girilmelidir. Karasal Gelgit için : 1, Frekansa bağlı : 2, Kutup : 4, Okyanus : 8, Kutup gelgitinin kaldırılması :16, Atmosferik gelgit : 32. İstenilen bölümlere ait sayılar toplanarak tek bir sayı girilir. Örneğin 31 yazıldığında otl.grid dosyasının eklenmesi gerekir aksi takdirde sistem hata verecektir.

```
Use otl.list = N
Use otl.grid = Y
```

Okyanus yüklemesi daha önceden hesaplanmış değerlerden otomatik olarak alınır ve tekrar hesaplamaya gerek duyulmaz.

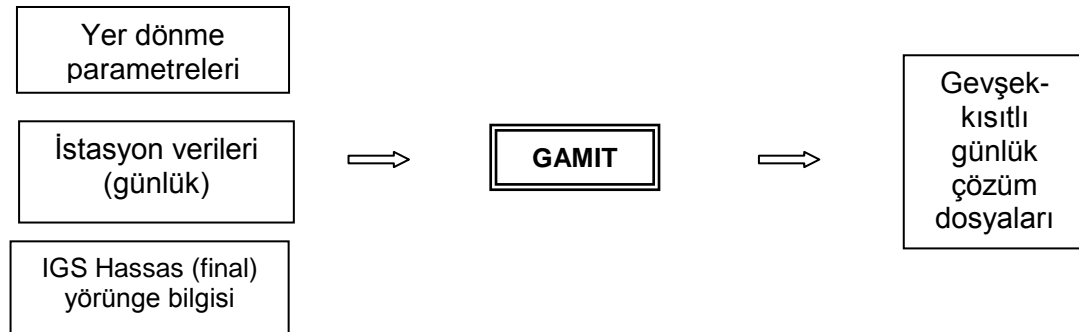
Use otl.grid = Y

ftp://everest.mit.edu/pub/GRIDS/ adresinden örnek otl\_FES2004.grid dosyası alınıp gg/tables dizinine yüklenir.

Doğrudan hesaplama yapılması için Use.otl.list =Y yapılır.

#### 4.2 GAMIT Baz Vektörü Çözümü ve İş Akışı

İlk aşamada günlük yerel GPS verileri, IGS istasyonlarına ait GPS verileri, yer dönme parametreleri ve hassas yörünge bilgileri kullanılarak gevşek-kısıtlı çözümler elde edilir (Şekil 4-1).



Şekil 4-1 Günlük çözümlerin elde edilmesi

Günlük çözümlerin elde edilmesinden sonra uyumsuz ölçülerin belirlenmesi amacıyla tekrarlılık analizi yapılır. Tekrarlılık analizinde çözümlerin günlük değişimleri arasındaki farklar incelenir. Buna göre uyumsuz olan ölçülerin ağırlığı düşürülür ya da tamamen çıkarılır. Bu amaçla kullanılan modülün ismi GLRED'dir (Şekil 4-2).

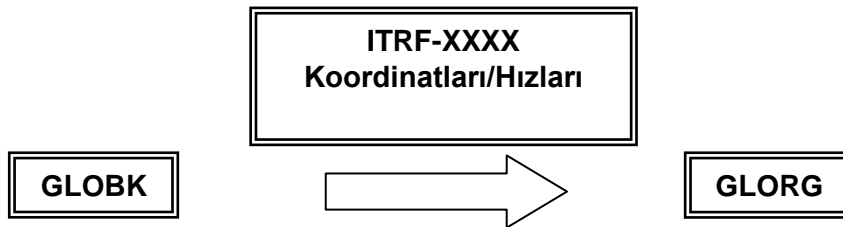


Şekil 4-2 Tekrarlılık analizi

Tekrarlılık analizi aynı zamanda zaman serilerinin oluşturulması amacıyla da kullanılır. Bu şekilde belirli bir noktanın koordinatları üzerindeki aylık, mevsimlik, yıllık vb. sinyaller araştırılabilir.

### 4.3 GLOBK Ağ Dengelemesi İş Akışı

Ağ dengelemesine geçmeden önce öncelikle, Kalman Filtresi ile normal denklemler birleştirilir. Bu amaçla kullanılan modül GLOBK'dir. GLOBK ile çözümlerin birleştirilebilmesi için girdi çözümlerin gevşek kısıtlı olmaları gerekir. Gevşek-kısıtlı çözüm, bir serbest ağ dengelemesi tekniğidir. Bu yöntemle referans sisteminin (datumun) tanımlanması işlemi bu şekilde daha sonra yapılabilir.



Şekil 4-3 GLOBK ağ dengelemesi iş akışı

GLOBK ile birleştirilen gevşek-kısıtlı çözümlerden yine gevşek kısıtlı tek bir yeni çözümler elde edilir. Bu çözümlerde henüz datum bilgisi yoktur. Referans sisteminin tanımlanması için koordinat ve hızları yüksek duyarlılıkla bilinen nokta kümesine ihtiyaç vardır. Söz konusu noktaların koordinat ve hızları ile GLOBK ile birleştirilmiş normal denklemler arasında kullanıcı tarafından belirlenecek 7/14 parametrelili dönüşüm ile datum tanımlama işlemi yapılmış olur (Şekil 4-3).

## 5 ULUSLARARASI WEB TABANLI GPS DEĞERLENDİRME UYGULAMALARI

Tezin yazıldığı tarih itibari ile 5 online sistem ücretsiz olarak GPS veri prosesi faaliyeti göstermektedir. Bunları CSRS-PPP, Auto-GIPSY, SCOUT, AUSPOS, ve OPUS olarak sıralayabiliriz. AUSPOS, OPUS, ve CSRS-PPP ulusal datum oluşturulması ve tanımlanması konusunda faaliyet gösteren kamu kurumlarınca yürütülmektedir.

Bu 5 GPS veri işleme sisteminin de kullanım açısından benzer yaklaşımları vardır. Bu siteler limitli opsiyonlarla hizmet vermekte kullanıcının gözlem verisini RINEX ya da diğer sıkıştırma formatlarında göndermesini istemektedir. Proses servisleri bilimsel GPS veri işleme paketleri ile çalışır ve bu paketlerin IGS veya GPS CORS alıcılarına ait ürünlerin bulunduğu global (IGS) veya ulusal ağlara erişimi vardır. Bu sayede, kullanıcının gözlem noktası verisi ile diğer referans noktaları verileri birleştirilip kullanıcı noktası koordinatları hesaplanır. Sonuçlar ve bazı kalite kontrol verileri kullanıcıya e-mail veya rapor dosyası formatında gönderilir. Tüm servislerde GPS gözlem noktası verisi için en az 1 saat veya daha fazla gözlem süresi gereklidir. Çözümün kalitesi kullanılan IGS ürünleri kalitesine bağlıdır. Proses hızı servisin IGS ürünlerini sağlayıcılarına ve kullanıcının Internet bağlantı hızına göre değişebilir. Online veri işleme servislerinde arka planda farklı bilimsel jeodezik veri işleme yazılımları kullanılır. Bu yazılımların aynı temel matematiksel ilkelere dayanan ortak noktaları olsa da farklı modelleme düzeyi ve farklı veri kalite kontrol algoritmaları vardır.

### 5.1 SCOUT (Scripps Coordinate Update Tool) <http://csrc.ucsd.edu/cgi-bin/SCOUT.cgi>

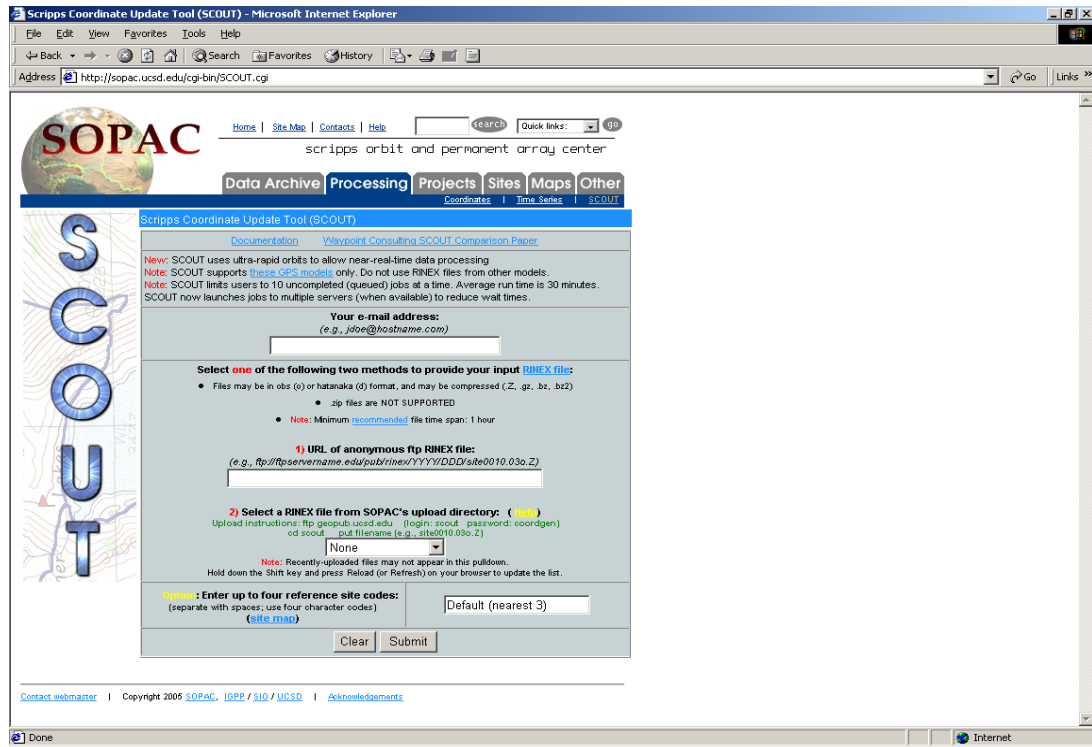
Misyonu deprem felaketleri, tektonik plaka hareketleri, kabuk deformasyonu, meteoroloji ve daha fazla konuları inceleyenler için özellikle yüksek doğrulukta GPS verilerinin arşiv olarak sağlanması olan bir sistemdir. SOPAC FTP ve HTTP Internet



adresi yolu ile GARNER arşivinden GPS ile ilgili bilgi sağlamaktadır. GARNER arşivi 1990'lardan bu yana veri depolamakta olup 15 TB'lık bilgi kapsamaktadır. SOPAC SCIGN (Southern California Integrated GPS Network) için temel veri arşivi sağlamaktadır. SCIGN ve diğer bölgesel GPS ağları için aralıksız her gün birkaç yüz GPS noktası RINEX dosyalarını arşivler. California'daki GPS istasyonlarından yüksek kalitede (1Hz) ve düşük zaman limitli (1-2 saniye) GPS verilerini toplar ve arşivler. SOPAC uluslararası GPS hizmetleri için global bir veri merkezidir. SOPAC çeşitli kaynaklardan aldığı verileri ve sürekli bilgi akışı ile geriye dönük konum bilgilerini kullanıcıların temin etmelerini sağlayarak GPS arşiv merkezinin gelişimine katkıda bulunmaktadır. GPS ile ilgili çeşitli konularda kullanıcıların yardım almasını sağlamaktadır. SOPAC gerçek-zamanlı GPS teknolojilerini GPS ağ sistemine dahil etmek için çalışmaktadır. NOAA adlı hava rapor sistemleri laboratuvarının GPS meteoroloji araştırmalarına da destek sağlamaktadır (URL-7, 2008).

SOPAC Bilimsel kurumlara aşağıdaki hizmet ve ürünleri sağlamaktadır.

- Gerçek zamana çok yakın doğrulukta tahmini GPS uydu yörünge bilgileri,
- Yüksek doğrulukta kutupsal hareket ve dünya dönme parametre değişimleri,
- Sürekli çalışan GPS izleme istasyonlarının 1990 yılından bu yana, toplanan verisinin GARNER veri arşivi ile çevrim içi sunumu,
- ITRF California ve global istasyonların ITRF'e göre günlük üç boyutlu konumlarının zaman serilerini,
- Aralıksız devam eden GPS verisinin uzaktan indirilmesi için yazılım,
- Devamlı çalışan GPS gözlem noktalarının yerleşim ve çalışmalarında değerlendirme (URL-7, 2008).



Şekil 5-1 SCOUT Web sitesi arayüzü (URL-6, 2008)

SOPAC, SCOUT (Scripps Coordinate Update Tool) bölümünde kullanıcılara online GPS proses yapma imkânı tanımaktadır. Sistem kullanıcıya RINEX gözlem dosyasını göndermek için iki yöntem önermiştir. Bunlardan ilki kullanıcının RINEX dosyasının bulunduğu FTP adresini vermesi, diğeri ise FTP yöntemi ile verisini SCOUT arşivine göndermesidir. SCOUT arşivine yüklenen dosyalar açılır pencere yöntemiyle seçilerek proses işlemine başlanır (Şekil 5-1).

SCOUT, kullanıcılara online proses hizmetini verirken arka planda GAMIT yazılımını kullanır (King ve Bock, 2005).

## 5.2 AUSPOS (Australian Online Positioning Service)

<http://www.ga.gov.au/bin/gps.pl>

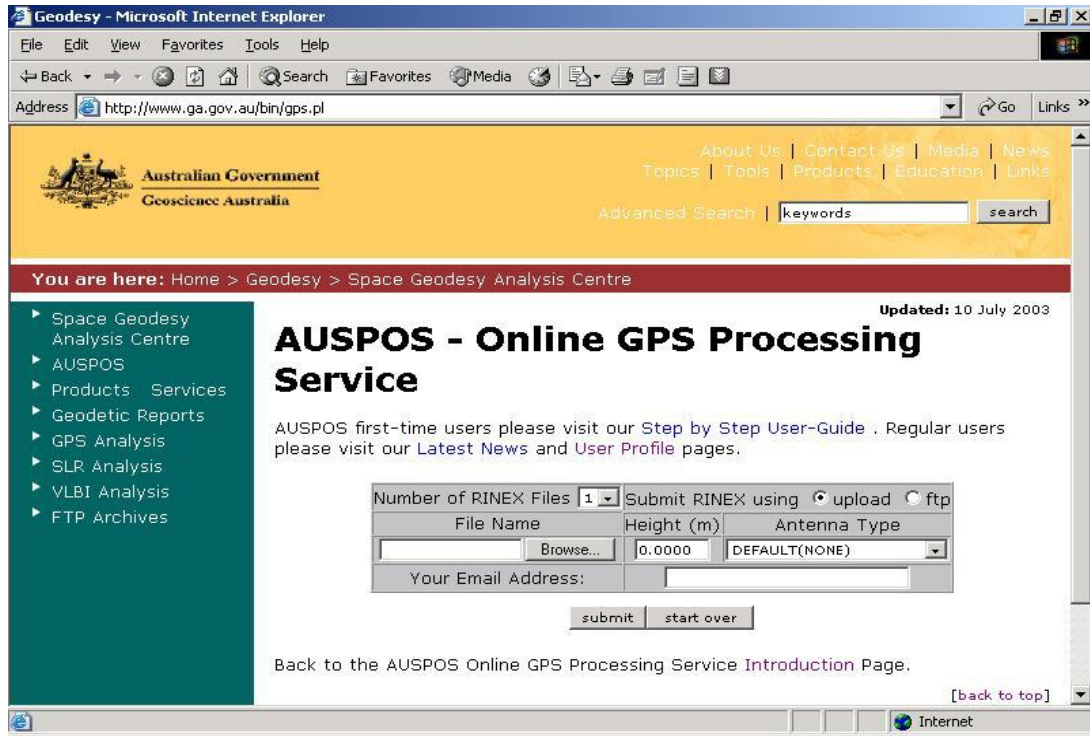
AUSPOS online GPS veri işleme servisi çift frekanslı jeodezik alıcılarda statik moda RINEX gözlem verilerinin değerlendirilmesinde kullanıcılara kolaylık

sağlamakta ve Avustralya jeosentrik datum (GDA) ve Uluslararası Küresel Referans Ağı (ITRF) koordinatlarına göre hızlı sonuç vermektedir. Ücretsiz hizmet sağlayan bir servistir. Bu servis hem IGS istasyonları ağından hem de ürün yelpazesinden yararlanmakta ve yeryüzünün herhangi bir yerinden toplanmış verilerle çalışmaktadır. Kullanıcılar AUSPOS'a (Online GPS Processing Service) 24 saatlik GPS datasını RINEX dosyası olarak gönderip, dünya üzerindeki herhangi bir bölge için 2 cm doğrulukta jeodezik koordinatları yanlışsız bir şekilde alabilirler. Avustralya hükümetinin bir kurumu olan Geoscience Australia (GA) tarafından işletilen AUSPOS Internet üzerinden gönderilen GPS veri dosyalarından uluslararası standartlara göre otomatik olarak doğru jeodezik koordinatları hesaplayıp vermektedir. Bir kullanıcı sadece bir GPS alıcısı kullanarak bile bulunduğu konumun koordinatlarını yüksek doğrulukta elde edebilir. Avustralya bölgesel GPS ağı tutarlı bir jeodezik altyapı sağlamaktadır. Bir günlük veriye sahip bir noktanın konumunu 15 dakika içerisinde sonuçlandırmaktadır. Daha fazla nokta için çözüm zamanı 1 saat olabilir. Cm düzeyinde doğruluk gözlem süresine bağlı olarak ve gönderilen verinin kalitesine göre değişir. Avustralya bölgesel GPS ağı ülke dışında da herhangi bir bölge için doğru koordinatları sağlamaktadır (Şekil 5-2). Sistem Avustralya Devleti tarafından desteklenen ücretsiz bir servistir. (URL-3, 2008)

AUSPOS kullanıcılara online proses hizmetini verirken arka planda MicroCosm yazılımını kullanır (Martin 2000; Dawson ve diğ., 2002).

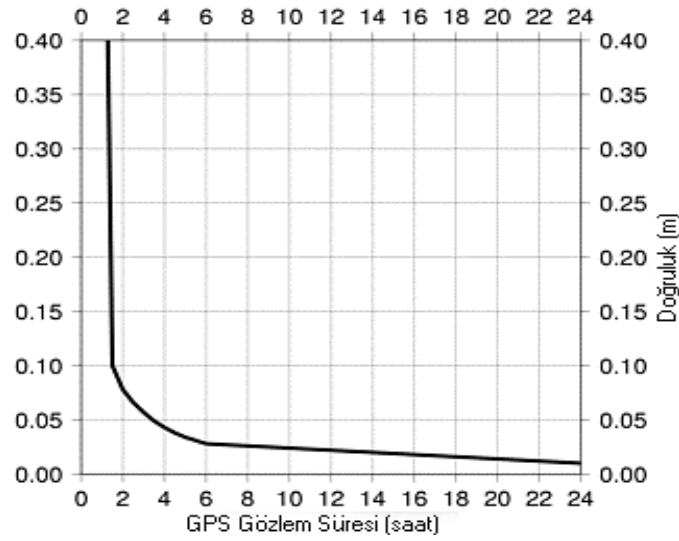
### **AUSPOS kullanımı ;**

Online proses yapmak için kullanıcının, web tarayıcısı, e-posta adresi, Internet bağlantısı ve jeodezik kalitede çift frekanslı GPS alıcısının RINEX formatlı verisine ihtiyaç vardır. Kullanıcı GPS RINEX gözlem verilerini, GPS anten tipini, GPS anten yüksekliğini, e-posta adresini gönderir. Sonuçlar hem kullanıcı e-posta adresine gönderilmekte ve hem de <ftp://ftp.ga.gov.au/sgac/wwwgps/> adresinde PDF uzantılı dosya olarak saklanmaktadır.



Şekil 5-2 AUSPOS Web sitesi arayüzü (URL-3, 2008)

Sonuçların doğruluğu ; *i-*) GPS gözlem noktasının Uluslararası GPS Servisi (IGS) İstasyonları ile yakınlığına, *ii-*) IGS veri sağlayıcılardan alınan yörünge verisinin kalitesine, *iii-*) gönderilen verinin gözlem süresine, *iv-*) gönderilen verilerin kalitesine göre değişim gösterebilir. Normalde iyi kalitede jeodezik alıcı ve anten ile yapılacak 24 saatlik veri ile yatayda 10mm den ve düşeyde 10-20mm den daha yüksek doğrulukta koordinat sonuçları alınabilir. Proses sonucuna IGS istasyonları arasındaki göreceli doğruluk da etki etmektedir. Ölçme süresi ile üç boyutlu konum doğruluğu arasındaki bağlantı grafiği gösterilmiştir (Şekil 5-3).



Şekil 5-3 Gözlem süresinin doğruluğa etkisi

Site proses sırasında en son IGS ürünlerini kullanmaktadır. IGS final ürünü gözlemden 2 hafta sonra ve IGS rapid ürünü gözlemden 2 gün sonra mevcuttur. Gönderilen RINEX datanın gözlem tarihi ile siteye gönderilme tarihi arasındaki farkta kesin sonuçların bulunmasına etkilidir. Kesin sonucun elde edilmesinde gözlem tarihi ile proses tarihi arasındaki ilişki (Tablo 5-1)'de gösterilmiştir.

Tablo 5-1 Gözlem tarihi ile proses tarihi farkının doğruluğa etkisi

Yörünge Tipi	Yörünge Hatası	Baz Hatası (1000km)
Broadcast Anlık	±10.00m	±400mm
IGS Ultra-Rapid Anlık	±0.50m	±20mm
IGS Rapid (17-41 saat)	±0.10m	±4mm
IGS Final (12-18 gün)	±0.05m ±	±2mm

AUSPOS gönderilen verileri saklamaz ve gönderilen veri setini diğer şahısların kullanımına açmaz. Online gerçekleştirilen bir proses için sadece kullanıcının e-posta adresi, anten tipi, yüksekliği ve sonuç rapor saklanmaktadır.

Sistem kinematik, dur-ve-git, hızlı statik veya tek frekanslı alıcıların gözlem verileri ile proses yapmaz. GLONASS verisi ile proses yapmaz. Yinede kullanıcının GPS verisi içinde GLONASS verisinin de bulunması durumunda GLONASS gözlemleri

göz ardı edilecektir. GPS kullanıcı kurumları ve özel sektör için tasarlanmış ve kurum veya şahısların ücretsiz kullanımına açıktır. Ulusal düzeyde Avustralya Datumu (GDA94) ve uluslararası bilimsel datuma (ITRF) göre sonuç verir. Avustralya dışında global proseslerde GDA koordinatları verilmez.

Sistemin iş akış adımları aşağıda gösterilmektedir.

- Web arayüzü gps.cgi betiği ile çalışır.
- Kullanıcının data göndermesini Perl, CGI ve betikler sağlar.
- GPS anten tipi ve yüksekliği bilgileri www.auslig.gov.au ile gönderilir.
- GPS proses durum raporları hazırlanır.
- GPS iş proses denetleyicisi çalışır.
- Yörünge ve jeodezik parametre kestirim paketi çalışır.
- Proses iş kuyruğuna atılır.
- Kullanıcı verisi kalite kontrolü yapılır.
- IGS verisi toplama işlemi gerçekleşir.
- GPS proses durum raporları hazırlanır.
- Sonuç raporları için PDF file oluşturulur.
- Kullanıcıya e-mail gönderilir.

### **5.3 OPUS (Online Positioning User Service) <http://www.ngs.noaa.gov/OPUS/>**

Sistem NSRS'ye (National Spatial Reference System) GPS kullanıcılarının daha kolay ulaşımını sağlamaya yönelik olarak online konum belirleme hizmetini sunmaktadır. OPUS kullanıcıların NGS'ye (National Geodetic Survey) yönelik GPS data dosyalarını göndermelerini sağlamakta, böylelikle bu veriler NGS bilgisayarları ve yazılımını kullanarak nokta konumunun tespiti için işlenmektedir. Gönderilen her bir veri dosyası 3 adet referans CORS noktası ile birlikte işlenecektir. Seçilmiş sabit referans noktaları kullanıcı noktasına en yakını olmayabilir. Zira bu noktalar mesafeye, doğruluğa, isteğe vs. göre seçilirler. Kullanıcının verilerine yönelik konum

bilgileri hem ITRF hem de NAD83 koordinatları olarak e-mail yoluyla gönderilir (URL-5, 2008).

Birden fazla günde gerçekleştirilen GPS kampanya verilerini işlemek ve yönetmek için web tabanlı uygulama ; NGS GPS verilerini kullanan son kullanıcıların NSRS'ye kolay erişimini sağlamak için Mart 2001 den bu yana OPUS'u hizmete sunmaktadır. Programın güncellenmesi, yeni özellikler ve yeni eklemeler için çok talep gelmesi sebebi ile NGS OPUS projesi diye adlandırılan bir ürünü başlatmıştır. Bu program önceden belirlenmiş bir kampanya veya bir proje süresince toplanan verilerin otomatik olarak işlenmesi için sağlam ve tutarlı bir şekilde tasarlanmıştır. Bir GPS kampanyası ile ilişkili tasarım, uygulama ve inceleme faaliyetlerinden sorumlu olan bir proje yöneticisi her GPS projesi için özel proje kodunu belirler ve GPS verilerinin sunumu sırasında bölge sorumlusu bölgenin günlük verilerini ya ulusal bir alıcı ya da RINEX formatında önceden belirlenmiş bu proje kodu ile OPUS'a sunar. OPUS projelerinin sonuç evresinde çok günlük proje süresince oturumların her birinden çıkarılmış sonuçlar bir SINEX dosyası formatında tek bir çıktı oluşturmak için gpscom programını kullanarak birleştirilir. OPUS projeleri yöneticilere ve bölge sorumlularına web aracılığı ile çeşitli GPS kampanyalarının durumunu görme ve yönetme imkânını sağlayacaktır (Weston ve diğ., 2007).

Aylık OPUS çözüm raporlarının sayısı 15 000'i bulmaktadır. OPUS RS'in tanıtılmasından sonraki ilk iki haftada yaklaşık olarak 2000 çözüm raporu mevcuttu. OPUS-RS'in (Opus Rapid Static) hala çok yeni olmasına rağmen, zamanla gelişeceği ve ölçmecilerin NSRS'e erişmelerinde belirgin bir etkisi olacağı açıktır. OPUS'un gelişimi artarak devam edecektir bununla beraber verilerin doğruluğu ve güven aralığı da artacaktır. (Martin, 2007)

Bu web tabanlı tanınmış uygulama yanlışsız, güvenilir ve tutarlı jeodezik koordinatları en az kullanıcı girdisiyle sağlamaktadır. Gönderilmiş bir GPS verisi genellikle birkaç dakika içinde ve birkaç santim doğrulukta hesaplanmaktadır (Weston ve diğ., 2007).

(Soler ve diğ., 2006a) 30 günlük GPS verisini NGS tarafından sunulan OPUS'u kullanarak çözümlediklerini bildirmişlerdir. Tüm Amerika'da yayılmış 5 CORS sistemi seçerek eş zamanlı 3 veriyi yakınındaki CORS istasyonundan çözümlediklerini belirtmişlerdir. Sonuç olarak 3 saatlik ve daha fazla veri içeren GPS çözümlerinde kesin bir gelişmenin olduğunu saptamışlardır.

OPUS, profesyonellere jeodezinin kapsadığı alanlarda ölçme, harita yapımı ve GIS uygulamaları kapsamında GPS verilerini web aracılığıyla NGS'e göndererek veri işleme yapmalarına olanak sağlamaktadır (Soler ve diğ., 2006b).

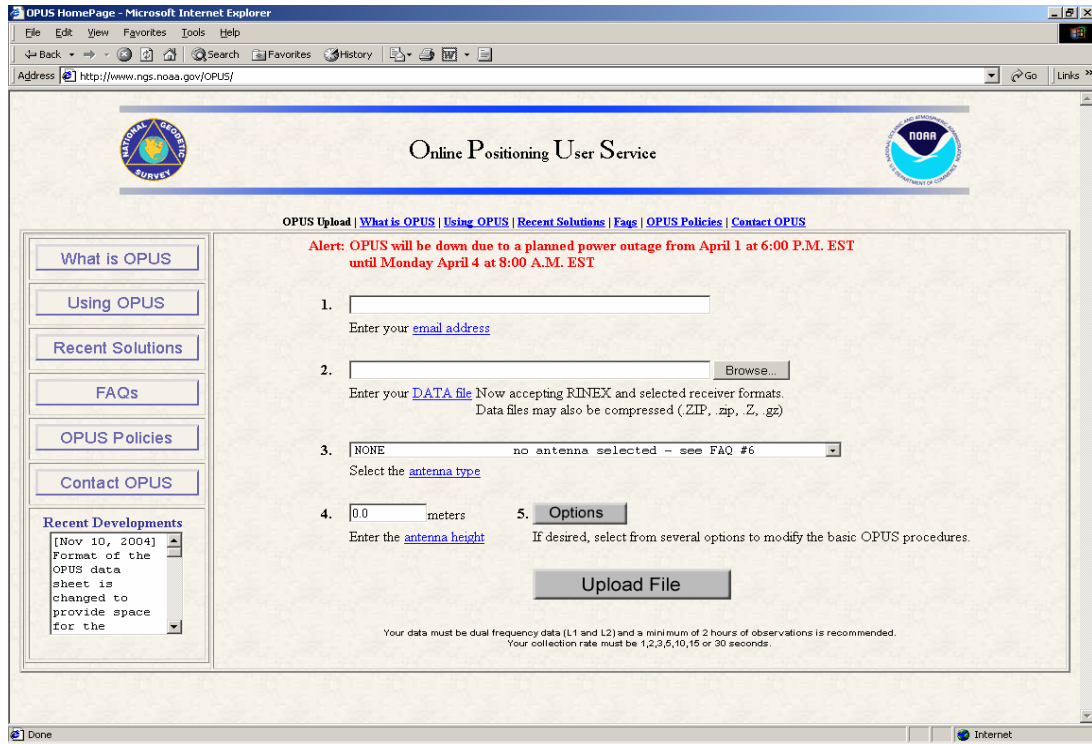
### **OPUS Kullanımı**

Arayüzde kullanıcı e-mail adresi giriş bölümü ile sonuçlar verilen adrese rapor edilecektir. Kullanıcı RINEX biçimli gözlem verisini bir başka pencere aracılığı ile gönderebilir. OPUS herhangi bir formatta gönderilen veriyi UNAVCO'nun TEQC yazılımı aracılığı ile RINEX biçime dönüştürebilir veya bu dönüşümü gönderme işleminden önce kullanıcı kendi yapması gerekebilir. Birden çok istasyon için gzip veya pkzip sıkıştırma paketleri kullanılarak tek dosya gönderilmesi sağlanabilir (Şekil 5-4).

OPUS 1,2,3,5,10,15 veya 30 saniyelik alıcı epok bilgisi olan RINEX dosyaları kabul eder. Proses için 30 saniyelik oranları kullanır. Her ne kadar RINEX veri içinde anten tipi ve yüksekliği bulunsa bile bu veriler arayüzdeki anten tipi ve yüksekliği bilgilerini girilmesi durumunda yok sayılacaktır. Bazen RINEX veri içinde bu çeşit bilgilerin doğru olmadığı da görülmüştür. Sıkça yapılan bu tür hatalar proses sonucunu etkiler.

Anten tipi ilgili pencereden seçim yapılarak girilir. Anten kalibrasyonunu ilgili modele göre OPUS sağlamaktadır. Doğru olmayan modelin girilmesi durumunda 10 cm ye kadar hatalı sonuç alınması söz konusu olabilir. Anten yüksekliği ilgili pencereden metre cinsinden girilebilir.



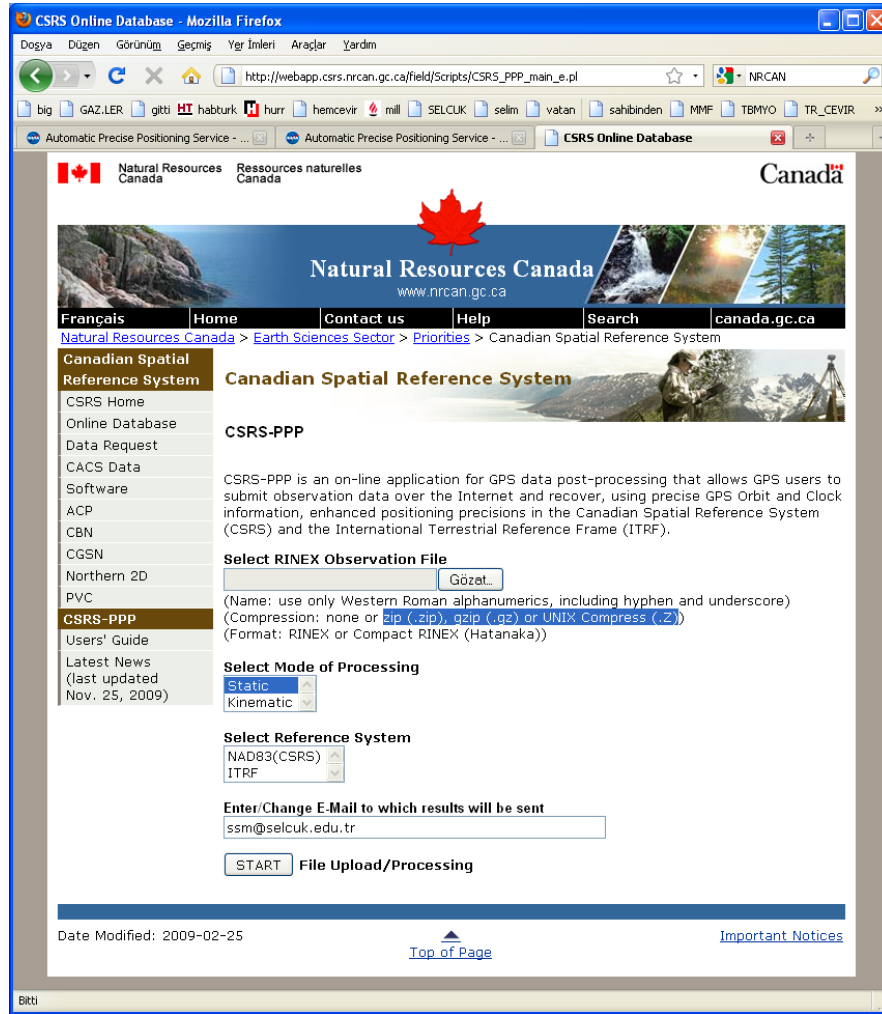


Şekil 5-4 OPUS Web sitesi arayüzü (URL-5, 2008)

#### 5.4 CSRS-PPP, (Canadian Spatial Reference System Precise Point Positioning)

[http://webapp.csrns.nrcan.gc.ca/field/Scripts/CSRS\\_PPP\\_main\\_e.pl](http://webapp.csrns.nrcan.gc.ca/field/Scripts/CSRS_PPP_main_e.pl)

CSRS-PPP'nin (Canadian Spatial Reference System- Precise Point Positioning) bir bölümü olan NRCAN (Natural Resources Canada) tarafından işletilir. Bu kurum boylam, enlem, yükseklik ve gravite tespiti için temel referans değerleri sağlamaktadır. Bu değerlerde Kanada'nın değişen karasal konumu ve navigasyon faaliyetleri için temel olarak uzayda yeryüzünün oryantasyon parametrelerini ve dönme hızını kapsar. Asıl olarak GPS üç boyutlu konum belirleme için bir tercih aracı haline gelmekte ve geleneksel yükseklik ağı artık kullanılmamaktadır. Ortometrik yükseklikleri oluşturmaya yönelik bu yeni yaklaşım günümüzde daha önem kazanmıştır. Kanada'nın prezisyonlu nokta konum belirleme sistemi GPS ham datalarından daha iyi doğrulukla konumsal veri hesaplamak için Kanada'daki GPS kullanıcılarına imkân sağlayan ücretsiz online post-proses hizmetidir (Şekil 5-5).



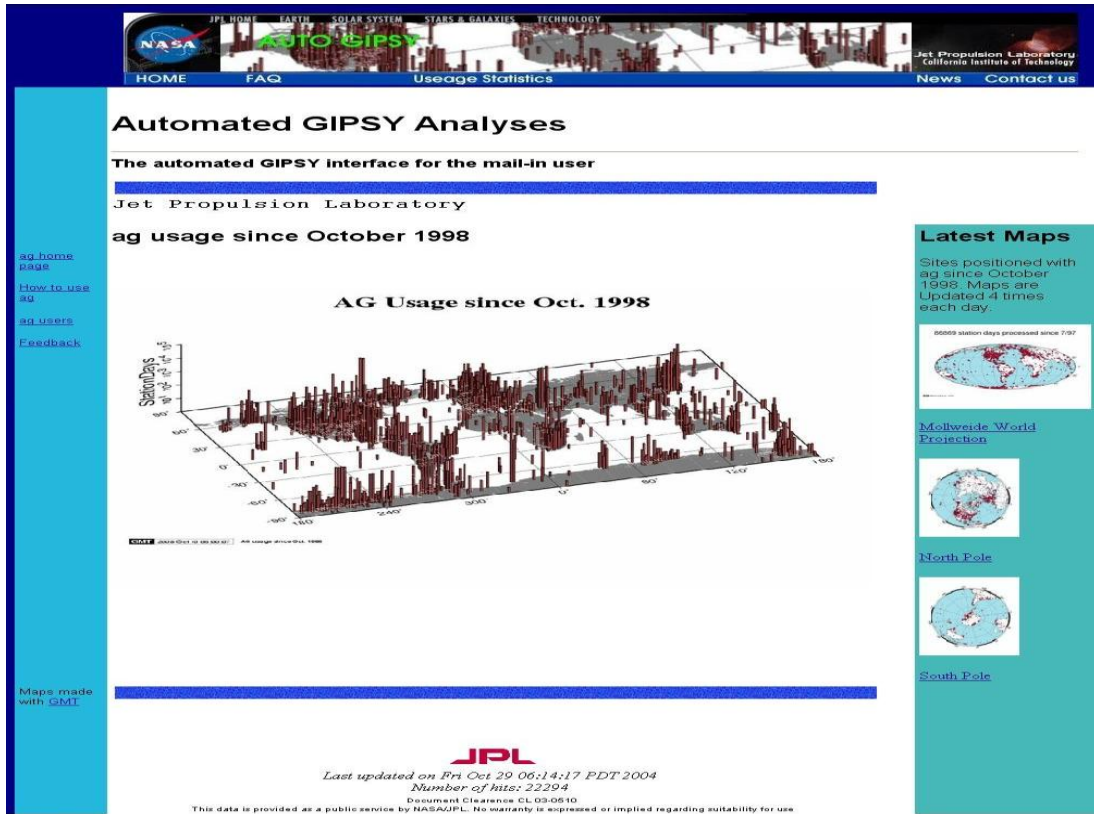
Şekil 5-5 CSRS-PPP Web sitesi arayüzü (URL-4, 2008)

CSRS-PPP kullanıcılara online proses hizmetini verirken arka planda in-house NRCAN-PPP yazılımını kullanır (Heroux ve diğ., 1993).

CSRS-PPP'de kullanıcı online olarak RINEX verileri gönderir ve cm duyarlılıkta düzeltilmiş koordinatları, enlem, boylam, elipsoit yükseklik olarak NAD83 veya ITRF koordinatlarını e-mail yolu ile alabilir. PPP günümüzde aynı zamanda HTv2.0 yükseklik dönüşümünü uygulamakta ve CGVD28 yükseklikleri ile uygun ortometrik yükseklikleri kullanmaktadır. PPP tek veya çift frekanslı GPS alıcıların ham verilerini statik veya kinematik modda işleyebilir (URL-4, 2008).

Site ücretsiz üyelik sistemine göre çalışmaktadır. Proses yapmak için kullanıcının siteye üye olduktan sonra kullanıcı ismi ve şifresiyle online proses sayfasına girmesi gerekir. Daha sonra PPP sayfasına ulaşılmalıdır. Bu sayfada RINEX dosyası ASCII formatında veya zip (.zip), gzip (.gz), (.Z) UNIX sıkıştırma formatlarında gönderilebilir. Çözüm için statik veya kinematik, referans sistemi için ise NAD83 veya ITRF seçilmelidir. Başlat butonu ile proses sunucu üzerinde neticelendirilip kullanıcı e-mail adresine gönderilir.

### 5.5 Automated GIPSY Analyses <http://milhouse.jpl.nasa.gov/ag/> / Automatic Precise Positioning Service <http://apps.gdgps.net>

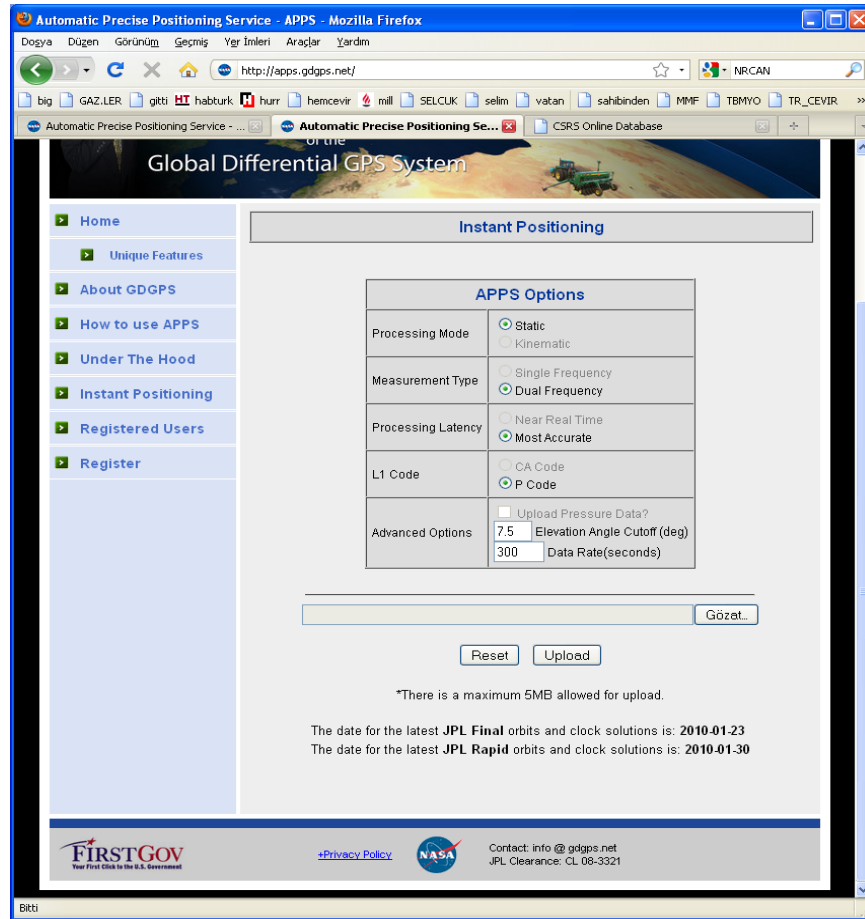


Şekil 5-6 Auto GIPSY Web sitesi arayüzü (URL-1, 2008)

AG (Auto GIPSY) e-mail ve FTP yolu ile GIPSY (GPS Inferred Positioning System)'yi kullanarak proses yapan bir sistemdir. AG RINEX dosyası şeklindeki GPS verilerinin temel analizini gerçekleştirir. Kullanıcıların AG yi kullanmak için

GIPSY yazılımına ihtiyacı yoktur. İşlemlerin tümü JPL (Jet Propulsion Laboratory)'deki bir bilgisayar üzerinde yapılır. Kullanıcıları bilgilendirmek için sonuçlar AG'den e-mail ile gönderilir. (Şekil 5-6) Sonuçlar anonim FTP adresine yüklenir. Kullanıcı sonuçları anonim FTP adresinden alır. Öncelikle kullanıcının anonim FTP ile ulaşılan bir kayıt birimi içine RINEX gözlem dosyasını yüklemesi gerekir. Dosyanın adı “ftp://igscb.jpl.nasa.gov/igscb/data/format/rinex2.txt” şeklinde olmalıdır.

Eğer kullanıcı RINEX dosyasını sıkıştırılmış moda gönderecekse dosya UNIX formatında olmalı ve uygun bir isim verilmelidir. Daha sonra ag@cobra.jpl.nasa.gov adresine e-mail gönderilecektir. Kullanıcının e-mail konusu statik olmalıdır ve e-mail içeriğinde sadece kullanıcının URL adresi olmalıdır.



Şekil 5-7 APPS Web (URL-2, 2010)

Sistem URL adresi 15.08.2009 tarihinde tezin yazımı sırasında değişmiştir Yeni URL adresi (Şekil 5-7). <http://apps.gdgps.net> olmuştur. Sonraki bölümlerde tez kapsamındaki hazırlanan sistemle karşılaştırma testleri için bu URL kullanılmıştır. Sistem dosya gönderme boyutu 5MB'la sınırlıdır. AG, kullanıcılara online proses hizmetini verirken arka planda GIPSY yazılımını kullanır (Zumberge ve diğ., 1997).

AAPS (Automatic Precise Positioning Service) kullanıcıya 4 proses yöntemi sunar bunlar statik, kinematik, yakın gerçek zaman, çok kesin modlardır.

Statik proses yaklaşımında GPS ölçümleri statik noktadan alınmış kabul edilir ve nokta konumunu tekli koordinat sistemi olarak kestirir.

Kinematik proses yaklaşımında alıcı yerde veya havada hareket halinde olabilir. Sistem kestirimini alıcı hızı veya ivmesi ile ilgili kısıtlar olmadan yapar. Gözlem dosyasındaki epok sıklığı ölçüm oranına eşit oranda veya kullanıcı isteği ile daha düşük bir oranda kabul edilir.

AAPS'nin hızlı sonuç olarak gerçek zamana yakın çözümünde ölçünün gönderilme tarihindeki en iyi uydu yörünge efemerislerini ve saatleri kullanılır.

Bu yaklaşımda;

- Gözlem tarihi üzerinden 1 gün geçmeden proses yapılırsa sistem GDGPS (The NASA Global Differential)'in gerçek-zamanlı GPS uyduları yörünge ve saat ürünlerini kullanacaktır. Bu durumda nokta konumu 8 cm karesel ortalama hata ile hesaplanacaktır.
- Gözlem tarihi üzerinden 1 gün ila 1 haftalık aralık geçmiş ise bu durumda sistem JPL'nin (Jet Propulsion Laboratory) rapid GPS uydu yörünge saat ürünlerini kullanacaktır. Bu sayede, nokta konumu 5 cm karesel ortalama hata ile hesaplanacaktır.
- Gözlem tarihi üzerinden 1 haftadan daha fazla süre geçmiş ise sistem JPL'nin final uydu yörünge saat ürünlerini kullanacaktır. Bu sayede, nokta konumu 3 cm karesel ortalama hata ile hesaplanacaktır.

En doğru proses için JPL'nin haftalık GPS uydu yörünge ve saat ürünleri beklenmelidir.

AAPS kullanıcının 2.00, 2.11, 3.00 versiyonlu RINEX formatlı verilerini kabul eder. Tüm koordinatları ITRF05 sisteminde sunar. AAPS sonuçları kullanıcıya bir link aracılığı ile verir. Linkte tgz uzantılı paketlenmiş dosya bulunmaktadır. Bu dosyanın içeriğinde proses sonucu ve analizi ile ilgili gd, ninjalog, pfs, rgnml, stacov, sum, tdp uzantılı dosyalar mevcuttur. Summary dosyasında gözlem dosyası için kartezyen ve jeodezik koordinat kestirimleri verilir. Sistem GIPSY'nin tdp formatında sonuçlarını da vermektedir. Ayrıca anlık olarak kullanıcıların gözlem dosyasına ait konumunun kartezyen ve jeodezik koordinatlarının görünmesini sağlar.

## 6 WEB TABANLI ÇALIŞMALARDA SUNUCU ve İSTEMCİ TARAFI UYGULAMALARI

### 6.1 HTML

HTML (Hyper Text Markup Language) internet üzerinde web sayfası oluşturmak için kullanılan bir betik dilidir. HTML dosyalarının aktarımı için HTTP (Hyper Text Transfer Protocol) kullanılır. HTML dosyaları sunucu bilgisayarın sabit diskinde .html ya da .htm uzantısı ile saklanır. HTML belgelerin birbirlerine nasıl bağlanacaklarını ve belge içindeki metin ve resimlerin nasıl yerleşeceklerini belirleyen ve etiket (tag) denilen kod parçalarından oluşur. Belgeleri birbirlerine bağlamak için kullanılan Hypertext'ler oldukça güçlüdürler. İnternet üzerinde yaşayan World Wide Web (Kısaca WWW ya da Web), HTML sisteminin arkasında etkileşimli, çok platformlu, multimedia ve istemci/sunucu uygulamaları yaratmak için kullanılır.

Teknik olarak HTML, Standard Generalized Markup Language (SGML) Document Type Definition (DTD) olarak tanımlanır. SGML ilk olarak IBM tarafından 1960'ların sonlarında, değişik bilgisayar ortamlarında belge taşıma sorununa çözüm olarak GML (General Markup Language) olarak geliştirilmiştir. Zaman içinde GML, SGML olarak International Standards Organization (ISO) tarafından standart haline getirildi (URL-11, 2010).

Bütün HTML etiketleri "<....>" işaretleri arasına yazılır. Bazıları tek olarak kullanılır, <P> gibi, bazıları ise açma-kapama olarak kullanılırlar, <B> Proses </B> gibi. Bütün başlama kodları "<....>" işaretleri arasında, bitirme kodları da "</....>" işaretleri arasında olmalıdır. Bunların eksik yazılması, sayfanın hatalı görünmesine neden olur.

## 6.2 Active Server Pages (ASP)

ASP (Active Server Page) açılımı aktif sunucu sayfaları olan ve Microsoft firması tarafından 1996 yılında geliştirilmiş sunucu tarafı karşılıklı etkileşimli (interaktif) sayfaların oluşturulmasında kullanılan teknolojidir. ASP sayfalarının özelliği tüm proses işlemlerinin sunucu tarafında olması ve sonuçta kullanıcının HTML sayfaları görmesidir. Tarayıcı bir HTML dosyası talep ettiğinde server hiç bir işlem yapmadan dosyayı istemciye gönderir. Tarayıcı bir ASP dosyası talep ettiğinde ise ISS bu talebi ASP derleyicisine (asp.dll) aktarır. ASP derleyicisi dosyayı okur ve ASP kodlarını çalıştırır. Sonuç olarak işlenmiş ASP dosyası istemciye HTML formatında aktarılır.

## 6.3 Personal Home Page (PHP)

PHP Personel Home Page kelimelerinin kısaltılmasından oluşmuş bir betik dilidir. Dil kendi kişisel web uygulamalarında kullanılmak üzere Rasmus Lerdorf tarafından öncelikle perl programlama dilinden ve ayrıca C ve Java dillerinden esinlenerek geliştirilmiştir. PHP, HTML kodları içine entegre edilen (gömülen) bir betik dilidir. GAMIT/GLOBK'nin çalışma platformu olan Linux işletim sisteminde PHP kolaylıkla derlenip çalıştırılabilir. Apache olmadan kendi başına derlenip web sunucudan CGI programı olarak çağrılabilir. Ancak hız ve güvenlik açısından sakınca oluşturduğu için özellikle Apache web sunucusu ile birlikte modül olarak derlenmesi tavsiye edilir. Sistemimizde PHP Version 5.2.0-8 ve Apache/2.2.3 sunucu paketi birlikte derlenmiş durumdadır.

## 6.4 Web\_Tabanlı GPS Veri İşlemede PHP'nin Avantajları

Sistem arayüzünün PHP betiği ile oluşturulmasında, GAMIT/GLOBK'nin Unix/Linux sistemler için tasarlanmış olması ve bu sistemler için uyumluluğu kanıtlanmış PHP ve APACHI ikilisinin kullanılması etkin rol oynamıştır.

Bununla birlikte tez konusu sistemin web arayüzünde kullanılmak üzere PHP seçimi ile aşağıda bildirilen avantajlar sağlanmıştır.



- Açık kaynak kodu.
- C ile sunucuda PHP için fonksiyonlar hazırlanabilmesi.
- PHP'nin hızlı olması ve sistemde özellikle açılış sayfası ve diğerlerinin PHP betiğinden geçip havada üretilerek Internet tarayıcılarına gönderilmesi.
- Kolay kodlama.
- Derlemeye gerek olmaması.
- HTML kodları içine gömülmesi.
- PHP kaynakların çokluğu ve elde edilme kolaylığı.
- Güvenlik için birçok önlem alınabilmesi.
- PHP, General Public Lisence ile ücretsiz dağıtılması.
- Shell betiklerine PHP kodlarının gömülebilmesi.

Sistemde ücretsiz dağıtılan Linux/PHP/APACHI/MySQL alt yapısının kullanılması ekonomiklik açısından da idealdir. Bu durumda sistemin oluşturulmasında sadece donanım maliyeti söz konusu olacaktır.

## 6.5 JavaScript

1995 Aralığında Brendan Eich adındaki yazılım geliştiricisi tarafından Netscape Navigator 2.0 ile birlikte geliştirilen JavaScript dili istemci taraflı (client-side) bir betik (script) dilidir. Web sayfalarında dinamik içerik sağlamak ya da kullanıcıyla iletişim kurmak için kullanılır (Holzner, 2006). JavaScript'in temeli ECMAScript'tir (European Computer Manufacturer's Association Script). Web dinamik içerik iletişimi sağlayan standart ortak kurallar uluslararası kurum olan Avrupa Bilgisayar Üreticileri Birliği (European Computer Manufacturers Association-ECMA) tarafından belirlenir. Temel kurallar ECMAScript (ECMA-262) adı verilen bir standartta toplanmıştır (URL-8, 2010).

Java programlama dili ile Javascript aynı değildir. JavaScript kendi başına bir script dilidir. JavaScript'in söz dizim kuralları C diline benzerlik gösterir. Derleme işlemi yapılmayan ayrıştırılmalı (parsed language) bir dildir. Nesne yönelimli programlama (Object Oriented Programming - OOP) yeteneğine sahiptir (Darie ve diğ., 2006).

JavaScript HTML kodları arasına gömülebilen kod parçalarıdır. Bunun yanı sıra tek başına .js uzantılı dosyalarda saklanan JavaScript kodları da çalıştırılabilir. Bu kodlar Internet Explorer, Firefox, Opera, vb tüm tarayıcılar tarafından desteklenip sorunsuz çalışır (URL-9, 2010).

JavaScript kod yazımı için herhangi bir metin editörü kullanılabilir ya da Notepad gibi bir düz yazı programıyla da kodlar oluşturulabilir. Tarayıcıların yorumlayabilmesi için <SCRIPT> etiketiyle başlayan </SCRIPT> etiket ile biten JavaScript kodları HTML belgelerinin farklı yerlerine eklenebilir. Eklenen kodlar kullanıcıların HTML belgesindeki bir bağlantıya tıklaması veya klavyede bir tuşa basmasıyla tetiklenir ya da HTML sayfası kullanıcı tarayıcısında görüntülediği anda otomatik olarak çalışmaya başlar. Otomatik çalışan JavaScript kodu ise iki ayrı yöntemle çalıştırılabilir İlk yöntem HTML kodları işletilmeden önce (yani web sayfası kullanıcının web tarayıcısında görüntülenmeden önce) çalışması, ikinci yöntem sayfa görüntüledikten sonra bir eylem veya zamana göre script kodların çalışmasıdır (URL-10, 2010).

## 6.6 Common Gateway Interface (CGI)

CGI Common Gateway Interface kelimelerinin kısaltmasıyla isimlendirilmiş sunucu tabanlı programlama tekniğidir. Türkçesi ortak geçit arayüzü olarak isimlendirilebilir. Kullanıcı CGI uygulamaları sayesinde sunucu makinede uygulama yapabilir. CGI bir programlama dili değildir. Girdileri işleyip çıktı üretebilen dillerden Perl, C, Python, Tcl, AppleScript, ShellScript ve diğ. ile CGI uygulamaları yapılabilir. CGI ile kullanıcı sunucudaki veri tabanı dosya işlemlerini, cookie işlemlerini, web üzerinden mail gönderebilme işlemlerini yapabilir. Sistemimizde birçok modülde sunucuda çalışan ShellScript, PHP,C, Perl ve diğ. gibi CGI programlama dilleri kullanılmıştır.

### CGI'nin avantajları ;

- Programlama dillerinin birçoğunun kullanılabilmesi sayesinde programlama dilinin yetersiz kaldığı kısımlar için diğer dillerde modül hazırlanabilir.

- Kolay ve hızlı hazırlanır.
- Web arayüzlerde alışıla gelmiş bilindik kolay kullanılabilirlik imkanı sağlar.

CGI uygulamaları birçok web sunucuda çalıştırılabilir. Bunlar Apache, Microsoft IIS, Netscape Enterprise ve Fasttrack, WebSite Pro, Zeus olarak sıralanır.

## 6.7 Java Server Pages (JSP)

Java kendi seviyesindekilere göre basit bir programlama dili ve platformdur. Sun Microsystems'de bir grup yazılım uzmanı tarafından geliştirilmektedir. Java diliyle yazılan programlar bir değişikliğe gerek duyulmadan Windows, Unix/Linux, Mac işletim sistemi olan makinelerde çalışabilir.

JSP (Java Server Page) teknolojisi, dinamik web içeriği oluşturmak için basit ve hızlı bir yol sağlar. Java kodunun HTML kodu içerisine gömülmesini sağlayan yapıdır. CGI teknolojisinin alternatifidir. ASP ve PHP de olduğu gibi JSP sayfası statik bir HTML sayfası gibidir sadece belli yerlerde java kodu bulunur. Sayfada bulunan JSP kodları sayfanın sunucuda çalışacak olan program mantığını oluştururlar. Sayfanın geriye kalanı ise saf HTML kodlarıdır. Oldukça gelişmiş görsellik içeren ve kompleks bir statik HTML sayfası birkaç satır JSP kodu eklenerek dinamik içerikli sayfa haline getirilebilir. JSP sayfaları platformlar ve web sunucuları arasında rahatlıkla taşınabilmekte ve herhangi bir değişikliğe gereksinim duymamaktadırlar.

JSP sayfasının java koduna çevrilmiş haline servlet denir. Sunucuda bulunan her JSP sayfasının java koduna çevrilmiş (servlet) hali bulunur. Tarayıcı JSP yi istediğinde sunucu bu JSP'den derlenmiş servleti bulup onu çalıştırır ve servlette kendisinden istenen bilgiyi verir ya da kendisine gönderilen bilgiyi işler.

## 6.8 Google Maps API

İnternet sektöründeki büyük firmalar Google, Yahoo, Microsoft ve Amazon son yıllarda web-tabanlı haritalama yardımı ile coğrafi izleme araçları sunmaktadırlar.

Ücretsiz online haritalama araçları daha sofistike hale geldikçe popülaritesi artmıştır. Popüler web üzerinden harita sunum API'leri, Google Maps, Yahoo Maps ve Microsoft Live local'dır. Bazı testlere göre, Yahoo'nun biraz daha hızlı cevap verme yeteneği olmasına karşın, hepsi benzer fonksiyonellik ve performans gösterir. Bu üç servis tarafından sunulan haritaların farklı görünüşleri olabilir. Yahoo Maps Haritaları daha renkli görünüm sunarlar. Microsoft Live Local ile sunulan görüntülerin en iyi olduğu kabul edilir. Google Maps ise düzenli olarak yeni özellikler eklemektedir.

Tez kapsamında hazırlanan yazılımın sonuçlarının görselleştirilmesi ve konumların harita üzerinde sunulması için Google Maps seçilmiştir. Google Maps API'nin seçiminde web-tabanlı haritaların kullanıcılara serbest olarak sunulmasının yanında, harita sunumlarının geliştirilebilmesi, kaynak ve örnek zenginliği etkin olmuştur.

Google'ın Google Maps web uygulaması 2005 yılında başlamıştır. Sonrasında Google Maps API'sinin (yazılım programlama arayüzü) internete açılması sonucu servis ile kişiye özgü uygulama kullanımı başladı. Google'ın diğer web uygulamalarına benzer şekilde Google Maps de JavaScript programlama dili kullanmaktadır. Kullanıcı haritayı kaydırduğunda grid kareler halinde görüntüler sunucudan indirilir ve sayfaya eklenir. Kullanıcı herhangi bir obje aradığında (bir adres, bir işyeri vb) sonuçlar yan panel ve haritaya eklenmek üzere arka planda indirilir sayfa yeniden yüklenmez. Temel CBS altlık verileri (dünya ölçeğinde) TeleAtlas tarafından sağlanır (Bildirici ve diğ., 2009). Haritalar farklı sunuculardan ayrı ayrı grid kare haritalar birleştirilerek indirilip yan yana getirilir. Grid kare harita verileri Google veri merkezlerindeki farklı bilgisayarlarla ilişkili yedi veya sekiz farklı IP adresinden gelmektedir. Çeşitli AJAX yöntemleri haritaları güncellemek için kullanılır.

Google tarafından sağlanan bir uydu görüntüsü farklı uydulardan gelen görüntülerin birleştirilmiş hali olabilir. Çoğu zaman büyük merkez ve şehirlerin görüntüleri yüksek çözünürlükte gösterilir.

Tablo 6-1 Google Map sınıf ve fonksiyonları

<b>GOOGLE MAP SINIF VE FONKSİYONLARI</b>		
<b>Çekirdek Sınıf</b>		
GMap2		
<b>Temel Sınıflar</b>		
GBounds	GInfoWindowTab	GMapOptions
GBrowserIsCompatible	GKeyboardHandler	GMapPane
GDraggableObject	GLanguage	GPoint
GDraggableObjectOptions	GLatLng	GSize
GInfoWindow	GLatLngBounds	GUnload
GInfoWindowOptions	GLog	G_API_VERSION
<b>Olay Sınıfları</b>		
GEvent	GEventListener	
<b>Kontrol Sınıfları</b>		
GControl	GHierarchicalMapTypeControl	GMapUIOptions
GControlAnchor	GMapType	GMenuMapTypeControl
GControl	GMapTypeControl	GNavLabelControl
GControlPosition	GMapTypeOptions	
<b>Yükleme Sınıfları</b>		
GCopyright	GCopyright	GObliqueMercator
GCopyrightCollection	GCopyrightCollection	GOverlay
GGroundOverlay	GGroundOverlay	GPolyEditingOptions
GIcon	GIcon	GPolyStyleOptions
GLayer	GLayer	
GMarker	GMarker	
GMarkerOptions	GMarkerOptions	
GMercatorProjection	GMercatorProjection	
<b>Servis Sınıfları</b>		
GAdsManager	GGoogleBarAdsOptions	GStreetviewLink
GAdsManagerOptions	GGoogleBarLinkTarget	GStreetviewLocation
GAdsManagerStyle	GGoogleBarListingTypes	GStreetviewOverlay
GClientGeocoder	GGoogleBarOptions	GStreetviewPanorama
GDirections	GGoogleBarResultList	GTrafficOverlay
GDirectionsOptions	GPhotoSpec	GTrafficOverlayOptions
GDownloadUrl	GPov	GTravelModes
GFactualGeocodeCache	GRoute	GXml
GGeoAddressAccuracy	GStep	GXmlHttp
GGeoStatusCode	GStreetviewClient	GXslt
GGeoXml	GStreetviewData	
GGeocodeCache	GStreetviewFeatures	
GGoogleBar		

API (Application Programming Interface, Yazılım Programlama Arayüzü) bir yazılımın başka bir yazılımın fonksiyonlarını kullanabilmesi için yaratılmış bir tanım

bütünüdür (URL-13,2010). Google Maps API ise kullanıcı tarafından çağrılabilen harita ile ilgili fonksiyonlar bütünüdür. Bu fonksiyonlar, ölçek, pozisyon ve noktalar, çizgiler veya alanlar biçiminde eklenen bilgiler olup, haritanın görünüşünü kontrol ederler. Tablo 6-1’de Google Map fonksiyonları listesinde gösterildiği gibi, Google harita fonksiyonları “G” harfi ile başlar. Tüm fonksiyonlar,

```
var map=new GMap2(document.getElementById("map"));
```

kodunda olduğu gibi, haritayı başlatmada kullanılan API içinde bir merkezi sınıf olan GMap2 etrafında düşünülür. Uygulamanın çalışması için öncelikle <http://code.google.com/apis/maps/signup.html> sayfasından URL adresine özel “Google Maps API key” adlı anahtar kod alınmalıdır. Anahtar aşağıdaki örnekte görüldüğü gibi HTML sayfası <head></head> etiketleri arasına 7.satırdaki gibi JavaScript kodu olarak yerleştirilir.

```
<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0 Strict//EN"
"http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-strict.dtd">
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">
<head>
<meta http-equiv="content-type" content="text/html; charset=utf-8"/>
<title>Google Maps JavaScript API Example</title>
<script src="http://maps.google.com/maps?file=api&key=ABQIAAAAKs6JW4uyuutf5
45UEdq232hQEUoghGXSUwubJ8QB09KBm1yNNMONBtryNTqZCAtQWERcKjxFc1CWzxcUIO"
type="text/javascript"></script>
<script type="text/javascript">
//
function load() {
if (GBrowserIsCompatible()) {
var map = new GMap2(document.getElementById("map"));
map.setCenter(new GLatLng(37.4419, -122.1419), 13);
}
}
//]]&gt;
&lt;/script&gt;
&lt;/head&gt;
&lt;body onload="load()" onunload="GUnload()"&gt;
&lt;div id="map" style="width:500px;height:300px"&gt;&lt;/div&gt;
&lt;/body&gt;
&lt;/html&gt;</pre>
</div>
<div data-bbox="185 760 887 851" data-label="Text">
<p>Haritanın yerleşeceği div bölgesi aşağıdaki kod ile bildirilir. Bu HTML kodu ile haritanın adı ve kullanıcı ekranında gösterme boyutu belirlenir. Div bölgesi herhangi bir tablo hücresi, sayfanın en uç noktası veya ilk objesi olabilir. Örnekte genişlik 500 ve yükseklik 300 piksel alınmıştır. Tez kapsamında geliştirilen yazılımda bu boyutlar</p>
</div>
```

kullanıcının ekran boyutunun JavaScript kodu ile tespiti sonucu belirlenmiştir. (width: screen.widthpx;)

```
<div id="map" style="width:500px;height:300px"></div>
```

Sonraki adım div bölgesine haritanın basılmasıdır. Öncelikle bir JavaScript fonksiyonunun yazılması gereklidir.

```
script type="text/javascript">
function initialize() {
  if (GBrowserIsCompatible()) {
    var map = new GMap2(document.getElementById("map"));
    map.setCenter(new GLatLng(41.028, 28.293), 13);
  }
}
</script>
```

Eğer kullanıcının tarayıcısı Google Maps API ile uyumlu ise haritayı oluşturmak için öncelikli olarak GMap2 sınıfından bir obje oluşturulması gerekir. Bu işlemi

```
var map = new GMap2(document.getElementById("map"));
```

kod kısmı yapar. Burada dikkat edilmesi gereken 2 konu vardır. Bunlardan birincisi yukarıda oluşturulan haritanın gösterileceği bölmenin (<div>) adını (=map) buraya girdi olarak vermek. Bir diğeri ise JavaScript tarafında oluşturulan “map” objesinin lokal ya da global tanımlanmış olmasıdır. Bu işlemlerden sonra harita kullanıma hazırdır. Ancak basılacak haritanın merkezi koordinatının ve yakınlaştırma katsayısının aşağıdaki örnek kodla bildirilmesi gerekmektedir.

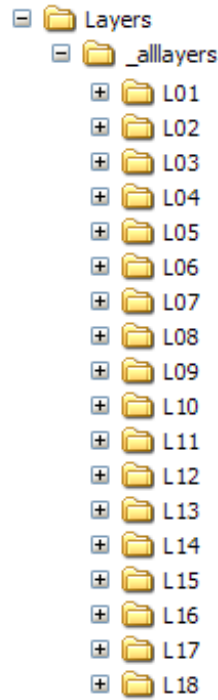
```
map.setCenter(new GLatLng(41.028, 28.293), 13);
```

Bu kodla haritanın merkez noktasının 41.028 enlemi, 28.293 boylamı olduğu ve yakınlaştırma düzeyinin 13 olduğu bildirilir.

Hazırlanan yazılımda harita merkez noktası harita üzerine yerleştirilen objelerin maksimum ve minimum enlem boylam bileşenlerinin ortalaması olarak PHP betiği tarafından hesaplanmaktadır. Harita yakınlaştırma düzeyi için tasarlanan fonksiyon *i-*) haritada gösterilecek objelerin maksimum ve minimum enlem boylam farkını, *ii-*) Tablo 6-2 ‘deki yakınlaştırma düzeyi piksel/metre ilişkisini, *iii-*) harita basım piksel boyutları verilerini girdi alıp sonuç değeri aşağı yuvarlatarak tam sayı halinde Google Maps yakınlaştırma düzeyi vermektedir.

Tablo 6-2 Google Maps yakınlaştırma düzeyi piksel metre karşılığı

Yakınlaştırma Düzeyi	Piksel/Metre
1	78271.52
2	39135.76
3	19567.88
4	9783.94
5	4891.97
6	2445.98
7	1222.99
8	611.50
9	305.75
10	152.87
11	76.44
12	38.22
13	19.11
14	9.55
15	4.78
16	2.39
17	1.19
18	0.60



Şekil 6-1 Google haritalarının saklandığı dizin formatı

Kullanıcı hangi yakınlaştırma düzeyinde ise o dizindeki harita verileri sunulmaktadır. Bu sebeple Google Maps Tablo 6-2'de standart yakınlaştırma düzeyleri dışında



kullanıcı tanımlı yakınlaştırma düzeyi kullanamamaktadır. Google Maps sunucusunda harita verileri grid kare imaj veriler olarak her yakınlaştırma düzeyine göre saklanmaktadır (Şekil 6-1).

Initialize fonksiyonunu sayfa açılırken Google Maps hemen yüklenecekse HTML sayfanın body load kısmına eklenmelidir.

```
<body onload="initialize()" onunload="GUnload()">
```

Google Maps fonksiyonlarından yakınlaştırma düzeyi ve harita tipi değiştirme kontrol nesneleri için

```
map.addControl(new GLargeMapControl());  
map.addControl(new GMapTypeControl());
```

kodları kullanılır. Bu iki fonksiyon haritaya iki özellik katar. İlki ile yakınlaştırma düzeyi değiştirme sağlayan kaydırma çubuğu (slider) haritaya eklenir. Yakınlaştırma düzeyi katsayısını kullanıcı kaydırma çubuğu aracılığı ile belirleyebilir. İkincisi ise harita tipini değiştirme imkânını sağlayan fonksiyondur. Bu sayede fiziki arazi haritası, yol haritası, uydu fotoğrafı veya bir kaçı hibritlenerek gösterilir. Genel olarak 2 boyutlu olarak 4 tip harita görüntüleme metodu kullanılmaktadır.

- G\_NORMAL\_MAP : Yolların görüldüğü harita türüdür.
- G\_SATELLITE\_MAP : Uydu görüntülerinin olduğu harita türüdür.
- G\_HYBRID\_MAP : Uydu görüntüleri ile yol haritalarının bir araya getirilmiş halidir.
- G\_PHYSICAL\_MAP : Fiziksel Harita tipidir. Büyük ölçeklerde Eşyükselti eğrilerini de görmek mümkündür.

GPS noktalarının görüntülenmesi için aşağıdaki JavaScript kodu ile Google Maps yükleme sırasında varsayılan formatı fiziki harita olarak tercih edilmiştir. İlk satırda harita tipi değiştirme kontrol düğmeleri eklenmiş altındaki satırlarda da fiziki harita yükleme varsayılan olarak atanmıştır. Kullanıcının noktaların konumunun gösterilmesi sırasında diğer harita tipi seçeneklerini de kullanması mümkündür.

```
map.addControl(new GMapTypeControl());
map.addMapType (G_PHYSICAL_MAP);
map.setMapType(G_PHYSICAL_MAP);
```

Bir map nesnesi oluştururken GMap fonksiyonuna ek parametreler göndererek harita özellikleri değiştirebilir. Örneğin aşağıdaki kodda GMap2 sınıfına ek parametreler dizisi gönderildiğinde harita boyutu belirlenir. draggingCursor, haritayı kaydırırken (pan) cursor şeklini belirtir.

```
map = new GMap2(document.getElementById("map "),
{ size:new GSize(800,600),
draggableCursor:"move",
draggingCursor:"crosshair"
}
);
```

İşaretçiler (marker), harita üzerinde bir koordinatı belirtmek için kullanılan simgelerdir. Koordinatı bilinen noktanın tam üstünde bir işaretçi görüntülenebilir. Statik ve dinamik olmak üzere işaretçiler genel anlamda 2 kısma ayrılır. İşaretçi oluşturmak için GMarker sınıfından yararlanır. Bu sınıf genel olarak iki parametre alır. İlki oluşacak işaretçinin koordinatı, ikincisi ise işaretçinin özellikleridir ( rengi, büyüklüğü vs. ).

```
var GPSTMarker = new GMarker(koordinat,markersec);
```

şeklinde işaretçi oluşturabilir. Fakat koordinat ve markersec nesnelerinin bu kod çalıştırmadan önce set edilmesi gerekir. Koordinat nesnesine atama bir GLatLng objesi ile yapılır. İşaretçinin koordinatlarının belirlendiği objedir. Örneğin harita üzerinde 41°, 29° enlem boylamına sahip konuma bir işaretçi eklenecek ise, koordinat nesnesi

```
var koordinat = new GLatLng(41,29);
```

şeklinde oluşturulmalıdır.

Sonraki adımda markersec nesnesinin oluşturulması gerekir. Bu nesne işaretçinin özelliklerinin belirlenmesini sağlar. Örneğin işaretçinin yeşil renkli bir Google Map standart işaretçisi olması için ilk olarak bir icon nesnesi oluşturulmalıdır.

```
var greenIcon = new GIcon(G_DEFAULT_ICON);
greenIcon.image = "http://gmaps-
samples.googlecode.com/svn/trunk/markers/green/blank.png";
```

Bu image özelliğinde kullanılan png dosyasının hedef adresi (path) değiştirilebilir. Sunucuda bulunan hazır resim dosyaları da nokta konumuna eklenebilir. Web-tabanlı online proses sonuçlarının ve nokta konumlarının Google Maps üzerinde sunulması sırasında marker image hedef adresi (path) server içinden verilmiştir. Sunucudaki hedef dizinde GPS, IGS ve diğer noktalar için farklı resim dosyaları mevcuttur. Icon nesnesinin image özelliğinden başka bir çok özelliği mevcuttur. Bunlardan biride iconSize (işaret boyutu) 'dır. "greenIcon.iconSize=:" şeklinde icon'un büyüklüğü ayarlanır."greenIcon.shadow = "http://..."; kodu ile icon'un gölgesinin hedef adresi (path) ayarlanabilir.

Markersec nesnesinin oluşturulması sırasında farklı parametreler gönderilebilir

```
var markersec = {draggable: false, icon: greenIcon};
```

Marker nesnesi draggable özelliği false (pasif) olduğundan dolayı sürüklenemez. İşaretçiler için farklı parametrelerde vardır. Clickable (İşaretçiye tıklanma izni), bounceGravity (marker sürüklenip bırakıldığında markerin yere düşme hızı), vs.

Son adımda map nesnesi üzerine üretilen marker nesnesinin konumlandırılması yapılır.

```
map.addOverlay(GPSMarker);
```

İşaretçiler üzerinde eylem özelliği Google Maps API'nin en çok kullanılan özelliklerinden biridir. İşaretçiler üzerinde yapılabilecek eylemler; mousedown, mouseup, click, dragstart, drag, dragend ve diğ. olarak sıralanır.

Tez kapsamında hazırlanan web sayfasında olduğu gibi işaretçiye tıklandığında bir balon içerisinde mesaj yazılabilmesi için GEvent sınıfının statik metotlarından yararlanılır.

```
GEvent.addListener(GPSMarker, "click", function() {  
  // yapılacak işlemler  
  // ...  
  // ...  
})
```

İşaretçi üzerine tıklandığında yapılacak işlemler kısmındaki kod parçası çalışır. Bir balon çıkmasını sağlamak için GMap2 sınıfının openInfoWindowHtml metodundan yararlanılır. Bu metodun parametrelerinin ilki GLatLng objesi, ikincisi ise yazılacak mesajdır.

```
var myHtml = <b>&quote Isareci uzerine tikladiniz... Bu bir html  
mesaji </b>&quotevar latlng = new  
GLatLng(41,29);map.openInfoWindowHtml(latlng, myHtml);
```

Burada dikkat edilmesi gereken openInfoWindowHtml metoduna gönderilen latlang objesinin koordinatlarının marker ile aynı olması gerektiğidir.

## 7 GELİŞTİRİLEN WEB TABANLI OTOMATİK GPS VERİ İŞLEME SİSTEMİ

Web tabanlı otomatik GPS veri işleme sistemi tasarımında kullanıcı erişimi için HTML betiği arayüzü kullanılmaktadır. Web sayfa aracılığı ile kullanıcının RINEX verisini sisteme göndermesi ve geri dönüşünde yüksek doğrulukta Ulusal Mekânsal Referans Sistemi koordinatları alması sağlanır. Kullanıcının tüm ihtiyacı yeteri kadar uydu gören alan ve GPS alıcısı ve yeterli zamanı kapsayan GPS verisidir.

Sistem, kullanıcının HTML ve PHP betiği aracılığı ile gönderdiği RINEX veriyi, Linux işletim sistemine sahip sunucuda bulunan Shell komut dosyası (ShellScript) aracılığı ile 24 saat veri sağlayan en yakın IGS ve /veya CORS-TR sabit istasyonlarına ait verileri de dahil ederek proses yapacak ve sonuç verileri kullanıcının belirttiği e-mail adresine gönderecektir. Otomatik olarak çalışacak ve minimum kullanıcı girişi veya müdahalesi gerektirecektir.

Temel olarak CGI tabanlı sistemimizde çalışma prensibi, *i-*) kullanıcıdan bilgi ve veri alma, *ii-*) alınan bilgi ile verilerin güncellenmesi ve kontrolü, *iii-*) verilerin sunucu bilgisayarda prosesi, *iv-*) kullanıcıya sonuçların web aracılığı ile sunulması şeklinde kurgulanmıştır.

Tez kapsamında oluşturulan sistemin kullanıcı bilgisayarı ve sunucudaki aşamaları ve kullanılan programlar (Tablo 7-1) da gösterilmiştir.

GAMIT/GLOBK yazılımı için LINUX işletim sistemi gerekliliğinden sistemin oluşturulduğu makedede Apache web sunucusu kullanılmaktadır.

Tablo 7-1 Sistem aşamaları ve kullanılan programlar

MODÜLLER	CGI
Karşılama Arayüzü	PHP, HTML, JavaScript
Kullanıcı Ayarları	PHP, HTML, JavaScript
Veri gönderme	PHP
Gönderilen verinin durumu ve konumu	Flash, ShellScript
IGS ürünleri FTP ve durumu ve konumu	ShellScript, Flash
Proses durumu	ShellScript, Flash, GAMIT
Proses sonu Kalman Filtreleme	ShellScript, GLOBK
Ön sonuçların kullanıcıya sunulması ve Google Maps ile görselleştirilmesi	PHP, HTML, JavaScript
Koordinat sistemlerinin dönüştürülmesi	Perl ve C++
Sonuçların e-mail paketi haline getirilmesi ve gönderilmesi	ShellScript

### 7.1 GAMIT/GLOBK Ayarları

Ayarlar ve seçenekler bölümü deneyimli kullanıcıların kullanması gereken bölümdür. Burada bazı proses ayarları seçimlik değiştirilebilir (Şekil 7-1).

**Çözüm Şekli** açılır penceresinde 7 seçenek vardır (Şekil 7-2). Kullanıcının bunlardan birini seçimi ile GAMIT girdi dosyalarından sestbl. dosyasının Choice of Observable bölümünde seçimlik bölgede değişiklik yapılacaktır. Konu ile ilgili açıklama 4.1 Proses Öncesi Global ve Ayar Dosyaları bölümü sestbl. dosyası başlığı altında verilmiştir.

**Zenit Gecikmesi kestirimi** penceresinde evet veya hayır seçenekleri mevcuttur. Jeodezik ölçümlerde zenit doğrultusu gecikmesi tahmini olarak hesaplanmaktadır. Burada zenit doğrultusundaki uydudan gelen sinyallerin gecikme miktarından yararlanılarak farklı zenit açılarındaki uydu sinyallerinin gecikmesi tahmin

edilmektedir. Varsayılan değer olarak evet kullanılmaktadır. Kullanıcının evet veya hayır seçimi ile GAMIT girdi dosyalarından sestbl. Dosyasının Zenith Delay Estimation bölümünde seçimlik bölgede Y/N değişikliği yapılacaktır. Konu ile ilgili açıklama 4.1 Proses Öncesi Global ve Ayar Dosyaları bölümü sestbl. dosyası başlığı altında “Zenith Delay Estimation” olarak verilmiştir.

Şekil 7-1 Profesyonel kullanıcılar için ayarlar penceresi

```

L1&L2
L1_ONLY
L2_ONLY
LC_ONLY
L1,L2_INDEPEND.
LC_HELP
LC_AUTCLN

```

Şekil 7-2 Çözüm şekli açılır penceresi

**Atmosferik gradyent** penceresinde evet veya hayır seçenekleri mevcuttur. Zenit gecikmesine ek olarak uydudan gelen sinyallerin zenit açısına bağlı olarak atmosferik tabakalarda kırılmaya uğraması söz konusudur. Bu problem ancak global bir modelleme dosyası ile çözülecektir.

**Atmosferik Yükleme** GAMIT 10.2 versiyonundan itibaren yazılım içinde atmosferik basınç ölçüm dosyalarını yüklemek mümkündür. Atmosferik yükleme ile atmosferik basınç yüklemesi yapılabilmektedir. 80 den fazla IGS istasyonunda atmosferik basınç ölçümü yapıp 1° grid kare şeklinde verileri haftalık süreçte günlük olarak yayınlanmaktadır. Bu dosyaların yüklenmesi ile koordinatların yükseklik bileşeninde daha duyarlı sonuçlar elde edilebilir. Sunucuda atmdisp.YYY grid dosyasına ihtiyaç olacaktır.

**Troposferik kısıt** açılır penceresi evet ve hayır seçeneklerinden oluşmaktadır. Konu ile ilgili açıklama 4.1 Proses Öncesi Global ve Ayar Dosyaları bölümü sestbl. dosyası başlığı altında “Tropospheric Constraints “ olarak verilmiştir.

**Yükseklik açısı** kutusuna kullanıcının gireceği açı değeri, gönderilen RINEX gözlem verisi içinde bu açı değerinden daha aşağıda kalan uydu gözlem verilerini prosese dahil edilmemesini sağlar. Sistem çalışma dizinindeki sestbl. dosyasında “Elevation Cutoff = 0” değerini değiştirir. Konu ile ilgili açıklama 4.1 Proses Öncesi Global ve Ayar Dosyaları bölümü sestbl. dosyası başlığı altında “Elevation Cutoff = 0 “ olarak verilmiştir.

**IGS veri sağlayıcı seçimi** açılır kutusunda IGS ürünleri sağlayıcılarının ismi vardır. process.defaults dosyası içinde IGS ürünleri veya global dosyaların temin edileceği site adları `set rinex_ftpsites = (sopac cddis unavco)` ataması ile bildirilip RINEX\_ftpsites dosyasında da her ürün sağlayıcı için site adresleri, kullanıcı, şifre ve izin bilgileri verilmiştir. Tez kapsamında hazırlanan betiklerle gerekli dosyalar GAMIT çalıştırılmadan önce bu sitelerden sırasıyla indirmektedir. Gamit/GlobK'nin normal çalışma prensibine göre burada kullanıcı müdahalesine gerek yoktur. Ancak bazı tarihlerde tamamen ürün sağlayıcılardan kaynaklanan sebeplerden veriler sunucuya indirilirken uzun süreli duraksamalar, zaman aşımı veya kesintiler



oluşmaktadır. Bu durumda proses durmakta ve sonuç verememektedir. Kullanıcı buradan ürün sağlayıcıyı değiştirerek problemi çözebilir.

**Dahil edilecek IGS sayısı** açılır penceresinde kullanıcının gönderdiği RINEX gözlem dosyalarla birlikte prosese dahil olacak ve gönderilen RINEX gözlem verisinin konumunun yaklaşık koordinatlarına en yakın konumdaki IGS noktalarının sayısı belirlenebilir. Varsayılan ve tavsiye edilen değer en az 3' dür. Burada dikkat edilmesi gereken husus sistem bu pencerede verilen sayıdaki IGS istasyonunu prosese dahil etse de sadece bir alt penceredeki referans IGS sayısı kadarını yatay bileşende 2cm düşey bileşende 5cm zorlamayla prosese dahil eder.

**Referans alınacak IGS sayısı** açılır penceresinde ise yukarıdaki paragrafta belirtildiği üzere prosese dahil edilecek IGS noktalarından koordinat zorlamasına tabi tutulacak nokta sayısını vermektedir. Bu açılır pencere, dahil edilecek IGS sayısı açılır penceresine paralel çalışmaktadır.

**Referans IGS ismi** açılır penceresinde IGS istasyonlarının 4 karakterden oluşan kodları seçilebilir. Sistem proses sırasında otomatik olarak gönderilen RINEX verilerden elde ettiği yaklaşık koordinatların ağırlık merkezine en yakın IGS'leri prosese dahil etmektedir. Kullanıcı, bu en yakın IGS'lerin dışında veya içinde proste koordinat zorlamasına tabi olması gerekli IGS noktası seçimini buradan yapabilir.

**Bu IGS kullanılmasın** açılır penceresinde En yakın IGS noktalarının içinde muhtemel kullanılacaklardan birinin proses dışında tutulması istenebilir. Kullanıcı ilk yaptığı proses sonunda sonuç verilerden uygun performans göstermeyen IGS noktasını gönderilen analiz grafiklerinden tesbit edebilir. Kullanıcı prosesi tekrar ederek güvenilir olmayan IGS noktasını bu pencere yardımıyla prosten çıkarabilir.

**Min IGS uzaklığı** penceresinde kullanıcı gözlem noktalarına çok yakın IGS noktalarının proses dışında tutulması amaçlanmıştır. Bazı durumlarda IGS noktaları kendi içinde prosese tabi tutulabilir. Böylesi durumlarda aynı IGS noktasının hem

hesaplanacak nokta hem de referans noktası olması muhtemeldir. Min IGS uzaklığı varsayılanı 0.1 km değer alındığında problem kendiliğinde aşılmış olacaktır.

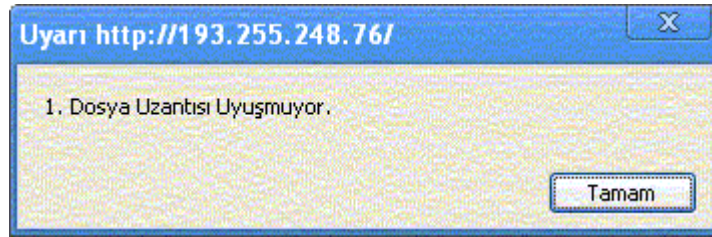
## 7.2 Kullanıcı Grafik Arayüzü

Sayfa Linux sunucu üzerinde URL : <http://alaeddin.cc.selcuk.edu.tr/ogp/> olarak HTML kodunda hazırlanmıştır. Karşılama arayüzü (Şekil 7-3)'de verilmiştir. Sayfada kullanıcının birden çok veri gönderebilmesi amacıyla yönelik gözlem sayısı kadar anten yüksekliği, anten tipi ve dosya gönderme HTML form nesnelere, PHP betiği yardımı ile tekrarlı olarak sunulmaktadır.

Şekil 7-3 Giriş sayfası

e-mail penceresinden detaylı sonuçların kullanıcıya gönderilmesi için kullanıcının e-mail adresini girmesi gereklidir. Kullanıcının pencereye giriş yapmadan prosese başlaması mümkün değildir. e-mail adresinin girilmemesi veya yanlış giriş yapılması neticesi kullanıcı uyarılır.

İkinci bölümde kullanıcının kendi bilgisayarındaki herhangi bir kayıt ortamında bulunan veri dosyasını gönderebileceği gözet butonu ve dosya seçim penceresi vardır. Veri dosyası uzantıları (??o), (Z), (gz) sıkıştırılmış biçimde olabilir. Bu uzantı formları dışında dosya gönderilirse prosese başlanamaz ve kullanıcıya uyarı mesajı gönderilir (Şekil 7-4). Ayrıca eğer birden çok noktaya ait veri dosyası gönderilecekse nokta sayısı kadar Dosya Seç penceresi oluşacaktır (maksimum 7 dosya).



Şekil 7-4 Hatalı dosya uzantısı uyarı penceresi

Gönderilen RINEX veriler içinde anten yüksekliği ve anten tipi gibi bilgiler olsa dahi bu verilerin kullanıcı tarafından manuel olarak girilmesi de mümkündür. Bu kısımların doldurulması veya seçilmesi durumunda RINEX verideki bu bilgiler dikkate alınmayacaktır.

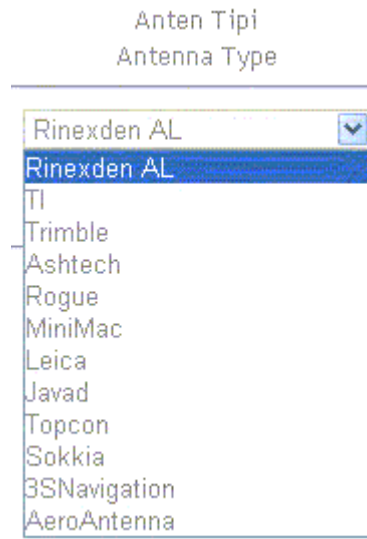
Anten Yüksekliği giriş penceresinden kullanıcının anten yüksekliğini metre cinsinden girmesi sağlanır (Şekil 7-5). Kullanıcının gönderdiği RINEX gözlem verisinde anten yüksekliği bilgisi mevcut ve doğruysa kullanıcının buradan ayrıca değer girmesine gerek yoktur. Sistem anten yükseklik bilgisini RINEX gözlem verisinden alacaktır.



Şekil 7-5 Anten yüksekliği giriş penceresi

Anten tipinin girişi Anten tipi penceresinden sağlanır. Bu pencere GAMIT'in gg/tables dizininde rcvant.dat dosyasından faydalanılarak hazırlanmıştır. Pencere

öncelikle GPS anten markalarının seçilmesini (Şekil 7-6) ve marka seçim sonrasında marka modellerini sergilemektedir (Şekil 7-7). Böylece, kullanıcı onlarca model içinden seçimi daha kolay yapabilmektedir. Geçerli seçenек anten tipini gönderilen RINEX verisinden al seçeneğidir. Bu durumda sistem otomatik olarak anten marka modelini RINEX gözlem verisinden alacaktır. Kullanıcının burada hatalı bir marka/model seçmesi durumunda proses sonuçlarında birkaç cm yükseklik hatası oluşması muhtemeldir.

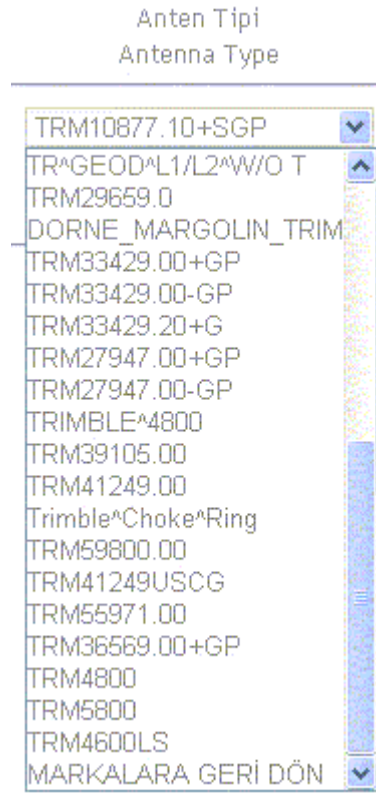


Şekil 7-6 Alıcı anteni marka seçimi

Anten yüksekliği ve anten tipi kullanıcı girişleri olduğunda bunlardan biri değiştirilmiş olsa dahi, gönderilen yeni anten yüksekliği ve/veya anten tipi verileri sistem tarafından yorumlanarak çalışma\_dizini/rinex içerisinde header.cfg adlı dosyada saklanır. Örnek bir header.cfg içeriği aşağıda verilmiştir.

```
O.pe[hEN,m] 0.08 0.0000 0.0000
O.at "TRM41249.00"
```

1. Satırda metre cinsinden anten yüksekliği bilgisi
2. Satırda ise anten marka/model bilgisi yer almaktadır.



Şekil 7-7 Alıcı anteni model seçimi

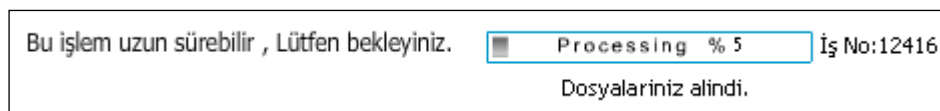
Kullanıcı tarafından gönderilen RINEX veriler içindeki anten tipi ve yüksekliği bilgileri değiştirilmiş anten yüksekliği ve/veya anten tipi bilgileriyle TEQC yazılımı ile güncellenir.

```
teqc -config header.cfg ornk0330.09o
```

Bu işlem her RINEX dosya için sorgulanıp kullanıcının anten yüksekliği ve/veya anten tipi güncellemesine bakılarak tekrarlanır. Kullanıcı anten yüksekliği ve/veya anten tipi güncellemelerini yaptıysa RINEX dosyadaki ilgili veriler yok sayılır. Modülün çalışması sırasında oluşabilecek hatalar ve bilgiler script\_teqc.fatal dosyası içinde saklanır.

### 7.3 Otomatik Proses ve Sonuçların Online Sunumu

Bir üst bölümde verilen adımların neticesinde prosese geçilebilir. Proses işlemi için kullanıcının proses butonuna basması yeterlidir. Artık minimum düzeydeki kullanıcı müdahalesi sona ermiştir ve sonuçlar alınacaktır. Bu etapta öncelikle RINEX gözlem dosyalarının sayısı, boyutu, kullanıcı Internet bağlantı hızı ve sunucunun yoğunluğu faktörlerine bağlı olarak dosyaların gönderilme süresi kadar beklenmelidir. Dosyaların tamamının sunucuya gönderilmesinden sonra sistem dosyaların alındığını ve atanan yeni iş numarasını kullanıcıya bildirir (Şekil 7-8). Sistem her proses için otomatik iş numarası üretmekte ve prosesi bu dizin içinde yapmaktadır. Çok kısa sürede anten yüksekliği, anten tipi güncellemeleri ve RINEX verisi kalite kontrolü yapılır. Kullanıcının gönderdiği RINEX gözlem dosyalarına göre yaklaşık koordinatlar hesaplanıp harita üzerinde gösterilir (Şekil 7-9). Sistem nokta veya noktaların yaklaşık koordinatlarına en yakın IGS istasyonlarının tespitini yapar ve bu istasyonların gönderilen RINEX verisinin tarihine göre verilerinin olup olmadığını SOPAC, CDDIS, UNAVCO gibi IGS ürün sağlayıcı sitelerden araştırıp FTP ile bu verileri alır. FTP ile gözlem verisi alınan IGS noktaları Flash harita üzerinde görüntülenir (Şekil 7-10). Bütün veriler tamamlandıktan sonra GAMIT otomatik prosese geçer. Sistem IGS noktalarının FTP ve proses zamanını yüzde olarak hesaplayıp bir durum çubuğu ile kullanıcıya gösterir.



Şekil 7-8 Dosyaların sunucuya yüklenmesi

Proses süresi kullanıcının gönderdiği veriye bağlı olarak değişir. Sonuçlar online ve/veya e-mail yolu ile gönderilir. Proses sırasında kullanıcının tarayıcısını kapatması veya iletişimin kesilmesi durumunda dahi sonuçlar kullanıcı e-mail adresine gönderilmektedir. Diğer online proses hizmeti sağlayıcıların aksine sistem ilk sonuçları Google Maps harita görüntüleme servisi aracılığı ile kullanıcıya gönderir (Şekil 7-11). Bu süre 24 saatlik tek nokta RINEX veri için 3 dakikanın altındadır. Bu süreyi sunucu ve IGS veri sağlayıcıların yoğunluğu veya o anki Internet hızı etkilemektedir.



Şekil 7-9 Kullanıcının gözlem dosyasının konumunun harita üzerinde gösterilmesi



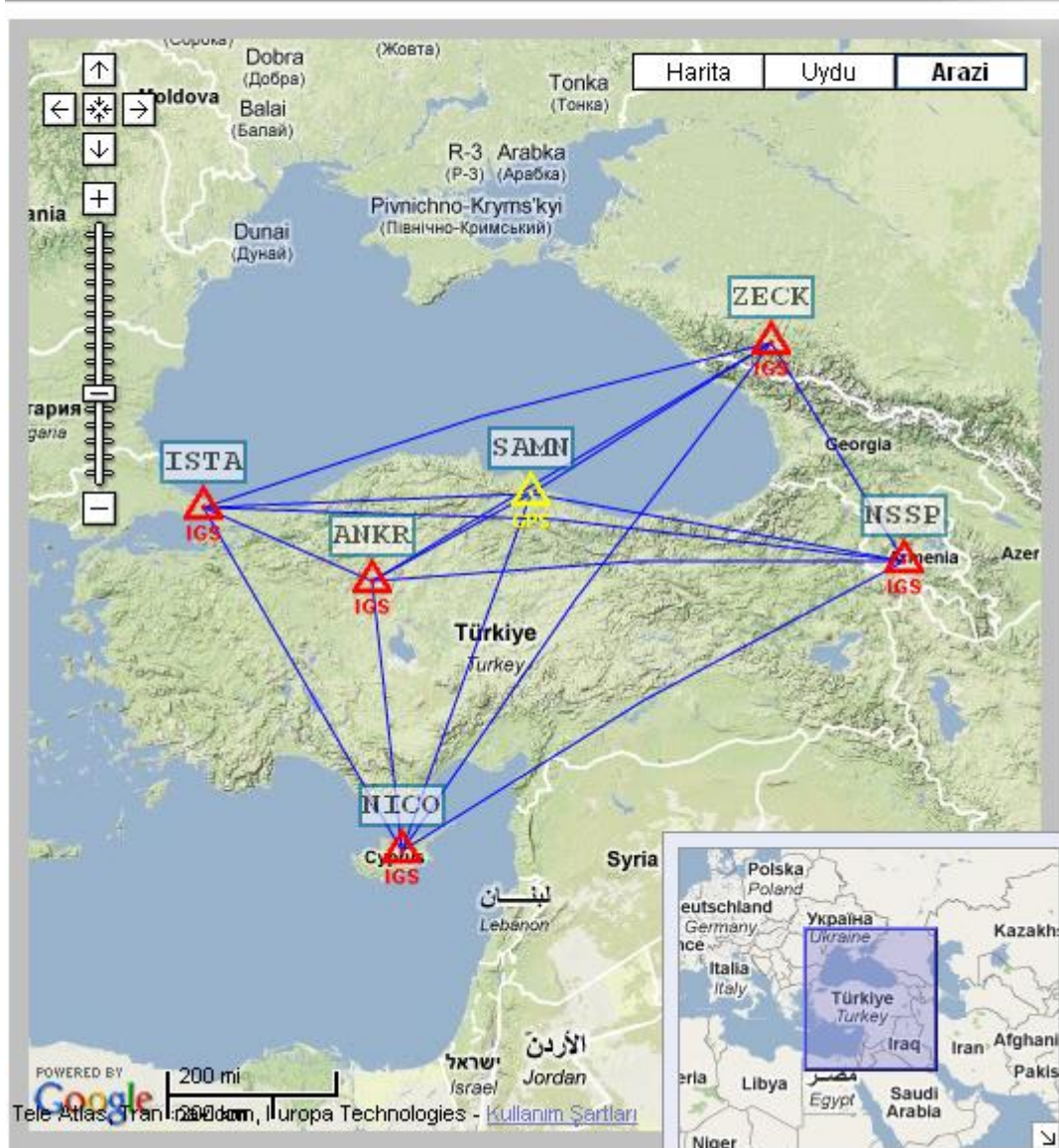
Şekil 7-10 FTP ile en yakın IGS noktaları verilerinin alınması



Prosesle ilgili normalize edilmiş karesel ortalama hata değerleri (NRMS) bağlamsal (popup) pencere aracılığı ile sunulur (Şekil 7-12).

## Proses Noktaları Haritası Process Points on Map

Marker'ların üzerine tıkladığınızda nokta bilgi/koordinatlarını alabilirsiniz  
You can get a basic information by clicking on markers



Lat/Lon: 37.265310, 47.329102

Şekil 7-11 Sonuçların Google Maps aracılığı ile sunumu



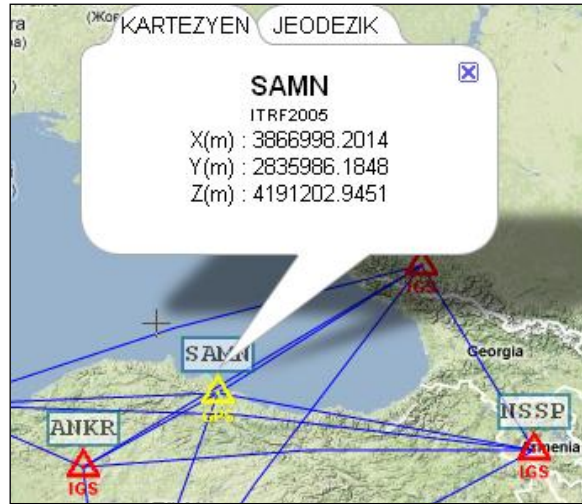
	Biases free/fixed	Loose Const. (free/fixed)	reduction (free)	reduction (free)
Normalized rms	0.16845E+00	0.17220E+00	0.15912E+00	0.16259E+00
Normalized rms	0.22091E+00	0.20060E+00		

İyi bir çözüm için "normalized rms (nrms)" 0.25'den küçük olmalıdır.

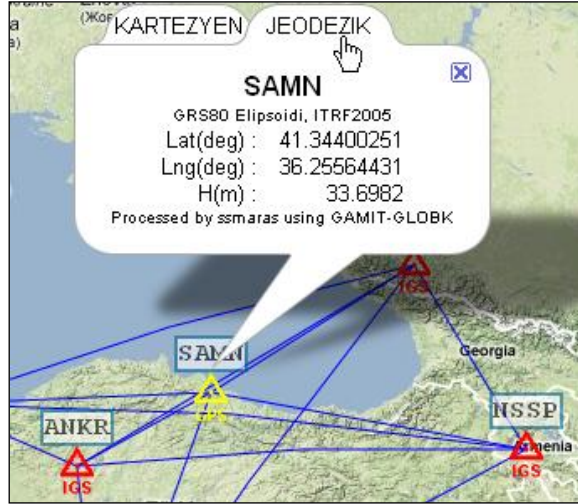
Pencereyi Kapat

Şekil 7-12 NRMS değerleri popup penceresi

Kullanıcı proses sonucu koordinatları harita üzerinde kod-ismi verilen noktaların üzerine tıklama yaparak açılan pencere ve sekmelerden görebilir. Burada iki tür koordinat sonucu verilmektedir. Kartezyen sekmesinde istasyon nokta koordinatları ITRF05 datumunda proses tarihi epoğunda sunulmaktadır (Şekil 7-13). Jeodezik sekmesinde ise WGS84 elipsoidinde coğrafik koordinatlar verilmektedir (Şekil 7-14).



Şekil 7-13 Kartezyen koordinatlar



Şekil 7-14 Jeodezik koordinatlar

#### 7.4 Otomatik Proses ve Sonuçların Gönderildiği email İçeriği

Kullanıcının e-mail adresine çok kısa süre içinde sonuçlar gönderilir. Daha kapsamlı sonuçlar ve GLOBK çözümü sadece e-mail ile gönderilmektedir. Gönderilen e-mailin konusu sunucu tarafından otomatik verilen iş numarasıdır. İletide kullanıcıya ilk verilen bilgi proses tarihidir. Bu bölümde sisteme samn0230.09o RINEX gözlem dosyası gönderilmiş ve aşağıda bildirilen başlıklar ve açıklamalar ışığında e-mail sonuçları alınmıştır. Kullanıcıya gönderilen email çıktı örneği EK A 'da verilmiştir.

##### 7.4.1 Karesel Ortalama Hata

Kabul edilebilir çözüm kriterlerinden biride Normalized Root Mean Square (NRMS) normalleştirilmiş karesel ortalama hata değeridir. İyi bir çözüm için NRMS değerinin 0.25 den küçük olması gereklidir. 0.5 den büyük değerler herhangi bir problemin varlığını gösterir ve kesinlikle kabul edilemez. Bu durum veri kalitesinin yetersizliğini gösterir. Örneğin referans alınan istasyon koordinatlarının hatalı olması, giderilemeyen faz kesikliği, sinyal yansıması ve diğ.

Tablo 7-2 NRMS değerleri

	Biases	Loose Const.
<b>free Normalized rms</b>	0.168	0.172
<b>fixed Normalized rms</b>	0.221	0.201

Tablo 7-2'deki sonuçlar GAMIT çıktı dosyasından alınmıştır. Gamit birkaç adımla kestirimleri bulur. Çözümleri 6 adımda gerçekleştirir. *i-*) LC (Ionosphere-free Linear Combination) gözlemleri kullanılarak tüm parametrelerin kestirimleri yapılır. Bu çözüme "biases-free" adı verilir. *ii-*) İlk adımda çözülen tüm jeodezik parametrelerin yanı sıra geniş alan (Wide-Lane) parametrelerinin kestirimi yapılır. Bu kestirim için L1 ve L2 gözlemleri birbirinden bağımsız olarak ve iyonosferik etkiler altında değerlendirilir. *iii-*) Geniş alan parametreleri mümkün olduğunca tam sayı olacak şekilde çözülür. *iv-*) LC gözlemleri kullanılarak gerekli jeodezik parametrelerin çözümü yapılır. Bunun yanı sıra sadece L1 gözlemlerini kullanarak dar alan (Narrow Lane) çözümü yapılır. *v-*) Dar alan parametreleri mümkün olduğunca tam sayı olacak şekilde çözülür. *vi-*) LC gözlemleri ile üretilen çözümün yanı sıra dar alan ve geniş alan etkileri de göz önünde bulundurularak çözüm yapılmıştır. Bu çözüm biases-fixed adını alır.

Sonuç olarak GAMIT içerisinde 4 farklı temel çözüm söz konusudur. Bunlar kısaca aşağıda belirtilmiştir.

Free-Biases ; Başlangıç faz belirsizliği serbest. Tamsayı bilinmeyenleri belirlenmiş fakat reel sayı olarak bırakılmıştır. Zorlamalı çözüm.

Fixed-Biases ; başlangıç faz belirsizliği sabit. Tamsayı bilinmeyenleri belirlenmiş değerler tam sayıya yuvarlanmış. Zorlamalı çözüm.

Free-Loose constrained ; Başlangıç faz belirsizliği serbest. Tamsayı bilinmeyenleri belirlenmiş reel sayı olarak bırakılmıştır. Serbest ağ çözümü.

Fixed-Loose constrained ; Başlangıç faz belirsizliği sabit. Tamsayı bilinmeyenleri belirlenmiş değerler tam sayıya yuvarlanmış. Serbest ağ çözümü.

#### 7.4.2 WGS84 Datumu, ITRF2005'e Göre Jeodezik Koordinatlar

Listede referans alınan IGS istasyonları ve hesaplanan noktalara ait bilgiler sergilenmekte olup, nokta isimleri \_IGS veya \_GPS olarak sınıflandırılmıştır. Bölümde jeodezik koordinatlar ondalıklı derece formatında (Tablo 7-3) ve derece dakika saniye formatında (Tablo 7-4) iki tabloda verilmektedir.

GPS ile noktaların global jeosentrik bir koordinat sisteminde enlem, boylam ve elipsoid yükseklikleri belirlenmektedir. Harita yapımı ve mühendislik çalışmalarında ise noktaların ortometrik yüksekliklerinin kullanılması gerekmektedir. Ortometrik yükseklikler klasik olarak Ulusal Düşey Kontrol Ağına bağlı olarak geometrik nivelman ölçüleri ile belirlenmektedir. Ancak bu durum GPS teknolojisinin sağladığı 3-boyutta koordinat belirleme olanağının tam olarak kullanılamaması anlamına gelmektedir. Bu nedenle GPS ile elde edilen elipsoid yüksekliklerinin doğrudan ortometrik yüksekliğe dönüştürülebilmesi için uygun jeoid modellerinin belirlenmesi ve kullanıma sunulması gerekmektedir (Kılıçoğlu, Fırat 2003). EGM96 Jeopotansiyel modeli NASA, NIMA ve Ohio State Üniversitesi tarafından geliştirilmiştir. Geliştirilen bu model sayesinde WGS84 datumunda enlem ve boylamı bilinen bir noktanın jeoid ondülasyonu F477.F programı ile hesaplanabilmektedir (URL-12, 2010). F477.F Fortran programı proje kapsamındaki sisteme uyarlanıp derlenmiş ve otomatik olarak Gamit/GlobK sonuçlarından jeoid ondülasyonu hesaplayabilmektedir.

Tablo 7-3 Desimal derece formatında

	Lat	Lon	Elipsoidal	Jeoid
NOKTA	Der	Der	H(m)	H(m)
SAMN_GPS	41.34400251	36.25564431	33.6982	7.2412

Tablo 7-4 Derece dakika saniye formatında

	Lat			Lon			H
NOKTA	Der	Da	Sn	Der	Da	Sn	m
SAMN_GPS	41	20	38.4090	36	15	20.3195	33.6982

### 7.4.3 ITRF05'e Göre Kartezyen Koordinatlar

Sistem bu bölümde gözlem yapılan noktaya ait kartezyen (dik) koordinatları vermektedir.

Tablo 7-5 Kartezyen koordinatlar

	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
<b>NOKTA</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>
<b>SAMN_GPS</b>	3866998.201	2835986.185	4191202.945

### 7.4.4 UTM (Universal Transverse Mercator prokesiyonu) Sağa ve Yukarı Değerleri

Tablo 7-6 UTM sağa ve yukarı değerleri

	<b>Zone</b>	<b>Sağa</b>	<b>Yukarı</b>
<b>NOKTA</b>		<b>m</b>	<b>m</b>
<b>SAMN_GPS</b>	37T	270388.326	4580579.741

### 7.4.5 (3) Derecelik Gauss-Krüger Projeksiyonu Sağa ve Yukarı Değerleri (Türkiye için)

Bu bölüm sadece Türkiye sınırları içinde yapılacak RINEX gözlem dosyaları prosesi için geçerlidir.

Tablo 7-7 (3) Derecelik gauss-krüger projeksiyonu sağa ve yukarı değerleri

<b>NOKTA</b>	<b>Dom</b>	<b>Sağa</b>	<b>Yukarı</b>
		<b>m</b>	<b>m</b>
<b>SAMN_GPS</b>	36	521396.473	4578808.791

### 7.4.6 Global Kalman Filtreleme ve Sonuçları

Konum ve hızla ilişkili parametreler ve sistem hataları, genellikle GPS (Global Positioning System) ve ISS (Inertial Survey System) gibi yeni ölçme tekniklerinin birçok uygulamaları zaman değişkenlidir. Etkili ve en uygun veri işleme tekniklerinin bazı uygulamaları ya da zaman değişkenli sistemler en küçük kareler

ilkesine göre prediksyon, filtreleme ve yumuŝatma yöntemlerini temel alır (Merminod, 1989).

Bilinen en iyi yöntemlerden biri olan Kalman Filtresi, fizikte ve mühendislik bilimlerinin geniş bir yelpazesinde uygulanmış ve jeodezide kullanılan klasik en küçük kareler ilkesine dayanan yöntemler arasında son yıllarda yeni filtreleme tekniği olarak tanınmıştır (Krakiwsky, 1975).

Kalman Filtrelemede konum, hız ve zaman faktörlerinin etkisi söz konusu olduğundan ve sistem şimdilik sadece en fazla 24 saatlik tek oturum proses yapabildiği için aslında Kalman Filtreleme işlemi koordinatları çok fazla etkilemektedir. Yinede sistemin ileriye dönük geliştirilmesi açısından bu modülün oluşturulması yararlı olacaktır.

Bu bölümde proses işlemi sırasında referans alınan IGS noktalarının adları bildirilir. Kalman Filtreleme için en az 3 sabit istasyon gerekli olup tavsiye edilen sabit istasyon sayısı 6 veya üzeridir. Prosesin GAMIT modülü ile neticelendirilmesinden sonra GLOBK modülünde kullanıcı gözlem nokta/noktaları Kalman Filtrelemesine tabi tutularak tekrar hesaplanır. Tablo halinde gözlem noktası koordinat bileşenleri ve bu bileşenlerin standart sapma ( $\sigma$ ) değerleri de ayrıca verilir (Tablo 7-8).

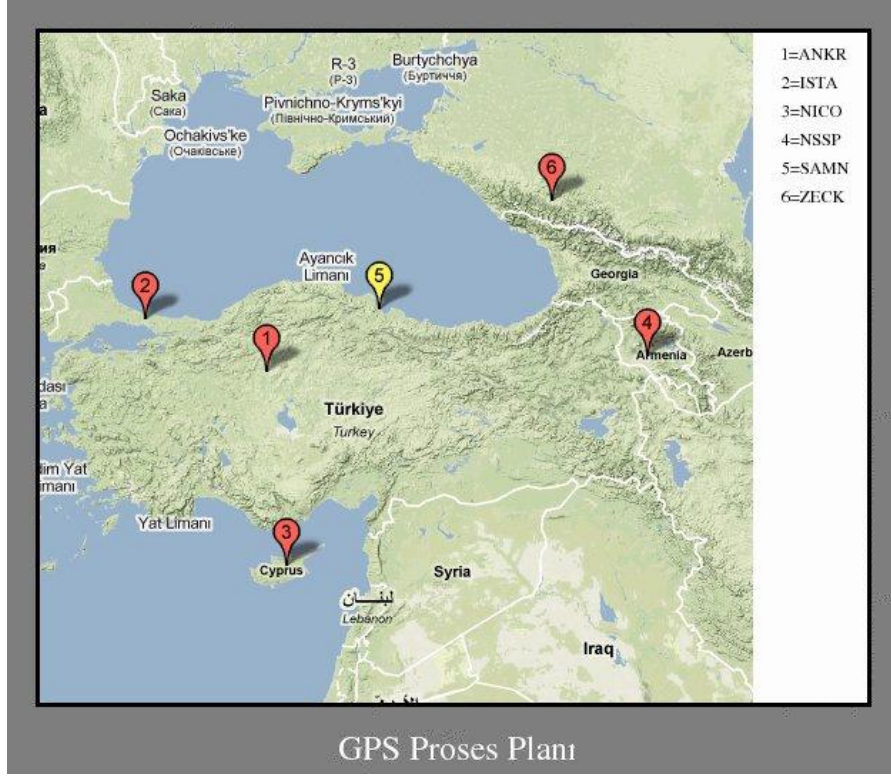
Tablo 7-8 Kalman filtreleme sonuçları

	SAMN_GPS	Sigma mm
<b>X</b>	3866998.204	±6.20
<b>Y</b>	2835986.169	±4.77
<b>Z</b>	4191202.952	±6.20

#### 7.4.7 Proses Planı

Bu bölümde referans alınan IGS ve kullanıcı gözlem noktası konumları bir harita üzerinde farklı renklendirilerek ve numaralandırılarak gösterilmektedir. Haritada kırmızı renkte marker'lar referans noktalarını, sarı renkte marker'lar ise kullanıcı

gözlem noktalarını gösterir. Harita oluşturulması için Google Maps statik harita fonksiyonundan faydalanıp harita resim formatında e-mail raporuna eklenmiştir (Şekil 7-15).



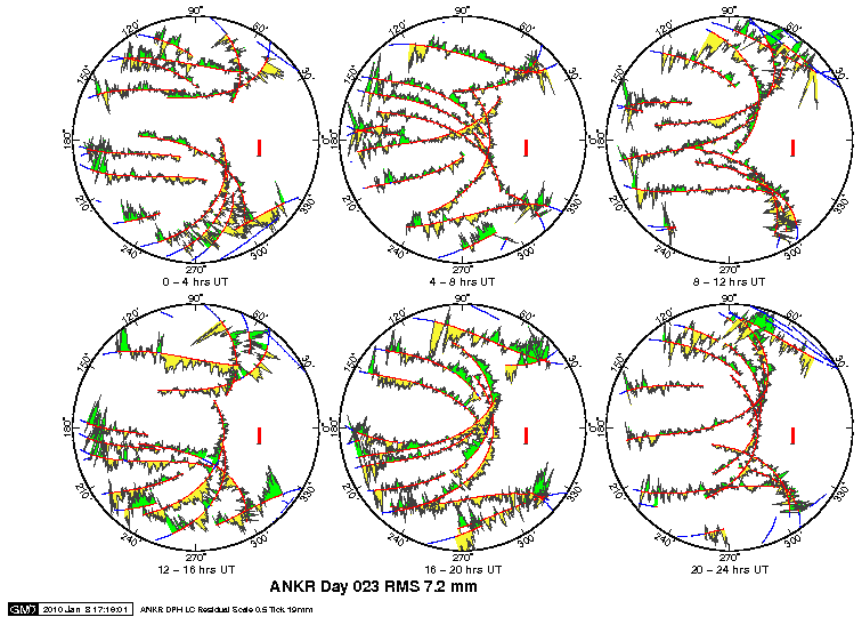
Şekil 7-15 Proses planı

#### 7.4.8 Ölçülere Gelen Düzeltmelerin Azimut ve Yükseklik Açısına Bağlı Dağılımı

E-mail ile gönderilen raporun bu bölümünde referans ve kullanıcı gözlem noktasından yapılan ölçülere gelen düzeltmelerin azimut ve yükseklik açısına bağlı dağılımının grafiksel gösterimi(skyplot) resim formatında verilmektedir (Şekil 7-16).

Skyplot sistemde GMT yazılımının olması durumunda GAMIT tarafından oluşturulan bir grafikdir. Grafikte 24 saat için dörder saat aralıklarla 6 adet farklı grafik verilmektedir. Grafiklerin hangi nokta ve güne ait olduğu ve karesel ortalama hata miktarı mm cinsinde verilmiştir. Örneğin ANKR Gün 023 7.2 mm. Grafiklerde kırmızı kısa düz çizgi 10 mm ölçeksel büyüklüğü göstermektedir. Uydu yörüngeleri kırmızı renkte yay parçaları olarak çizilmiştir. Sarı değerler pozitif düzeltmeleri yeşil

değerler negatif düzeltmeleri göstermektedir. Dairenin kenarlarına yaklaştıkça sarı ve yeşil renkler daha net bir şekilde görülmekte ve büyümektedir. Azimut yükseklik diyagramı olarak adlandırılan grafikte dairesel kısmın merkezi  $90^\circ$  yükseklik açısı olarak yorumlanırsa yani zenit açısı  $0^\circ$  olduğunda ve merkezden dışarı doğru gittikçe yükseklik açısı daha düşük değerlere gelmektedir. Böylelikle uydu yörüngesine gelen İyonosferden bağımsız düzeltme miktarları artmaktadır.

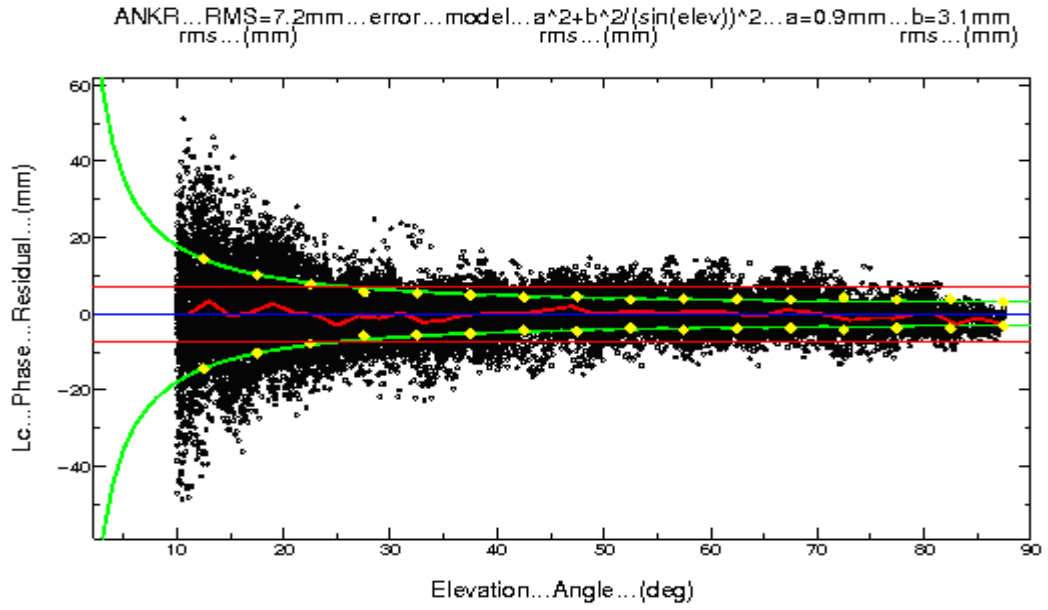


Şekil 7-16 Skyplot grafiği

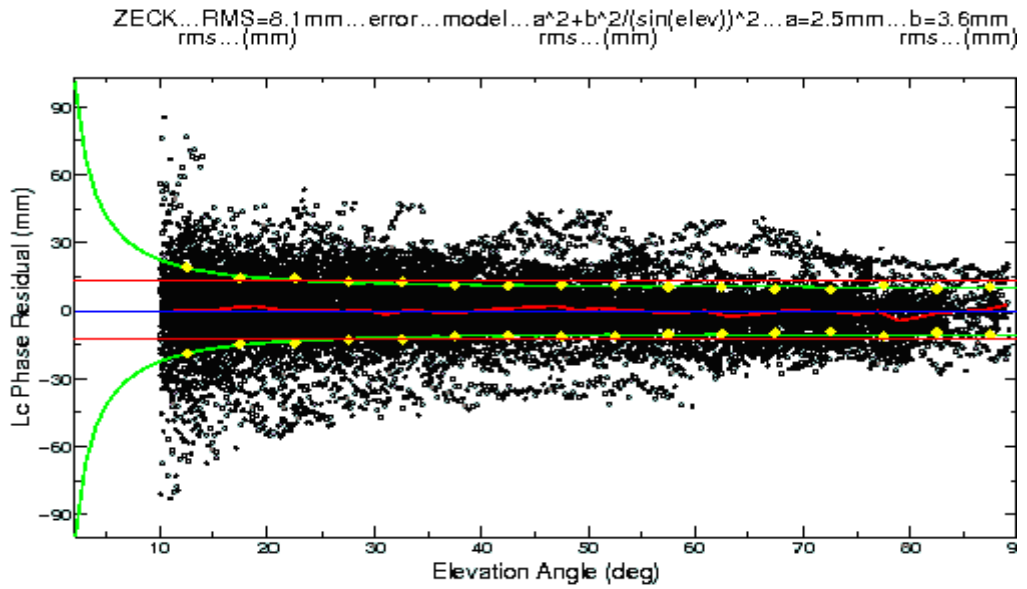
#### 7.4.9 Anten Faz Merkezi Değişimi

Proseste kullanılan istasyonların alıcı ve anten sistemlerinin gözlem verilerinin kalite kontrolü yapılabilir. Öncelikle kullanıcı ve IGS gözlem noktalarının alıcı ve anten bilgilerinin doğru bildirilmesi gereklidir. Bu bölümde istasyon gözlem verilerinin kalitesinin kontrolü yapılarak istasyona ait faz merkezi değişimi grafikte gözlenir. Söz konusu grafikte, uydulara ait yükseklik açılarına karşılık gelen LC faz düzeltme değerlerinin dağılımı gösterilir. gifs dizini içinde ANKR.023\_elev\_res.gif (Şekil 7-17) incelediğimizde ZECK (Şekil 7-18) istasyonuna göre anten faz merkezi değişimlerinin daha iyi olduğu görülür. Referans alınacak istasyonlar bu grafiğe göre seçilebilir.





Şekil 7-17 ANKR IGS istasyonu anten faz merkezi değişimi grafiği



Şekil 7-18 ZECK IGS istasyonu anten faz merkezi değişimi grafiği

## 7.5 Uluslararası Web-Tabanlı GPS Değerlendirme Sistemlerle Karşılaştırma

Karşılaştırma için 24 saatlik mers0330.09o RINEX gözlem dosyası seçilmiş ve bu verinin web-tabanlı proses yapan sistemler ile sonuçları aşağıda verilmiştir.

### 7.5.1 CSRS-PPP, (Canadian Spatial Reference System Precise Point Positioning) [http://www.geod.nrcan.gc.ca/online\\_data\\_e.php](http://www.geod.nrcan.gc.ca/online_data_e.php)

Observation Session

```

Marker name           : MERS
Start                 : 2009/02/02 00:00:00.00
End                   : 2009/02/02 23:59:00.00
Observation interval (sec) : 30.00
Estimation interval (sec) : 30.00
Number of epochs processed : 2879
Number of satellites processed : 31
Number of observations processed : 17744
Number of observations rejected : 4548
Pseudorange residuals (m) : 1.44
Carrier phase residuals (cm) : 0.99

```

Coordinate estimates (Epoch: 2009)

CARTESIAN	NAD83 (CSRS )	ITRF (IGS05)	Sigma (m)	NAD-ITR (m)
X (m)	4239150.5714	4239149.4223	0.0185	1.1491
Y (m)	2886966.3051	2886967.9521	0.0140	-1.6471
Z (m)	3778876.1355	3778877.0433	0.0155	-0.9078

ELLIPSOIDAL

Latitude (dms)	36 33 58.9767	36 33 59.0008	0.0036	-0.7426
Longitude (dms)	34 15 20.9900	34 15 21.0707	0.0088	-2.0082
Elevation (m)	37.9472	38.4699	0.0263	-0.5226

UTM	(North)	NORTHING (m)	EASTING (m)	ZONE	SCALE
		4047506.037	612374.792	36	0.99976

### 7.5.2 AUSPOS (Australian Online Positioning Service) <http://www.ga.gov.au/>

Processing Summary

Date IGS Data User Data Orbit Type  
2009-02-02 nico ankr drag mers IGS Final

Computed Coordinates, ITRF2005

All computed coordinates are based on the IGS realisation of the ITRF2005 reference frame, provided by the IGS cumulative solution. All the given ITRF2005 coordinates refer to a mean epoch of the site observation data. All coordinates refer to the Ground Mark.

Cartesian, ITRF2005

X (m)	Y (m)	Z (m)	ITRF2005 @
ankr	4121948.500	2652187.892	4069023.793 2009/02/02
drag	4432980.576	3149432.150	3322110.539 2009/02/02
nico	4359415.645	2874117.117	3650777.879 2009/02/02
mers	4239149.414	2886967.949	3778877.038 2009/02/02

Geodetic, GRS80 Ellipsoid, ITRF2005

The height above the Geoid is computed using the GPS Ellipsoidal height and subtracting a Geoid-Ellipsoid separation. Geoid-Ellipsoidal separations, in this section, are computed using a spherical harmonic synthesis of the global EGM96 geoid. More information on the EGM96 geoid can be found at [earth-info.nga.mil/GandG/wgsegm/egm96.html](http://earth-info.nga.mil/GandG/wgsegm/egm96.html)

Ellipsoidal Above-Geoid

Latitude (DMS)	Longitude (DMS)	Height (m)	Height (m)
----------------	-----------------	------------	------------

```

ankr 39 53 14.5377 32 45 30.4917 976.030 939.143
drag 31 35 35.5250 35 23 31.4567 31.830 12.403
nico 35 8 27.5529 33 23 47.2085 190.023 162.027
mers 36 33 59.0009 34 15 21.0709 38.460 11.853

```

### 7.5.3 OPUS (Online Positioning User Service) <http://www.ngs.noaa.gov/OPUS/>

FILE: mers0330.09o 000049135

NGS OPUS SOLUTION REPORT  
=====

All computed coordinate accuracies are listed as peak-to-peak values.  
For additional information: <http://www.ngs.noaa.gov/OPUS/about.html#accuracy>

USER: ssm@selcuk.edu.tr DATE: January 25, 2010  
RINEX FILE: mers0330.09o TIME: 09:40:22 UTC

SOFTWARE: page5 0909.08 master30.pl 081023 START: 2009/02/02 00:00:00  
EPHEMERIS: igs15171.eph [precise] STOP: 2009/02/02 23:59:00  
NAV FILE: brdc0330.09n OBS USED: 45075 / 45614 : 99%  
ANT NAME: AOAD/M\_T NONE # FIXED AMB: 191 / 196 : 97%  
ARP HEIGHT: 0.08 OVERALL RMS: 0.007 (m)

REF FRAME: ITRF00 (EPOCH:2009.0890)

X: 4239149.421 (m) 0.062 (m)  
Y: 2886967.964 (m) 0.034 (m)  
Z: 3778877.018 (m) 0.048 (m)

LAT: 36 33 59.00008 0.023 (m)  
E LON: 34 15 21.07120 0.019 (m)  
W LON: 325 44 38.92880 0.019 (m)  
EL HGT: 38.459 (m) 0.085 (m)

UTM COORDINATES

UTM (Zone 36)  
Northing (Y) [meters] 4047506.015  
Easting (X) [meters] 612374.805  
Convergence [degrees] 0.74825760  
Point Scale 0.99975558  
Combined Factor 0.00000000

### 7.5.4 SCOUT (Scripps Coordinate Update Tool) <http://csrc.ucsd.edu/cgi-bin/SCOUT.cgi>

\*\*\*\*\*  
SOPAC Automatic Analysis Solution Report Job number: 127640  
\*\*\*\*\*

The multi-station analysis of mers0330.09o using NICO ANKR ELRO,  
resulted in the following mean coordinates for MERS, valid on  
reference epoch 2009.0890 (2009 033):

Site	Latitude (d)	Longitude (d)	Height (m)
MERS	36.56638912	34.25585301	38.4667 WGS84
	0.0018	0.0034	0.0089
	X (m)	Y (m)	Z (m)
	Stdev. (m)	Stdev. (m)	Stdev. (m)
MERS	4239149.4196	2886967.9517	3778877.0413 ITRF2005
	0.0033	0.0047	0.0078

The average baseline length is 322 kilometers.

Orbit used: IGS Final.

Notes: coordinates are valid at the geodetic reference point (GRP). The distance between the GRP and the antenna reference point is the site antenna height. WGS84 geodetic coordinates are referenced with respect to ITRF2005.

### 7.5.5 Automated GIPSY Analyses <http://milhouse.jpl.nasa.gov/ag/> / Automatic Precise Positioning Service <http://apps.gdgps.net>

APPS Summary file for site MERS. Produced from RINEX file mers0330.09o on Mon Jan 25 08:47:51 UTC 2010  
The reference frame is ITRF 2005 (with semi-major axis = 6378136.6 m; flattening factor = 1/298.25642)  
Output data rate is 300 seconds. Minimum elevation angle is 7.5 degrees.  
Satellite antenna phase center offset and maps taken from IGS Standards  
igs05\_1515.atx.

Receiver antenna phase center offset and maps taken from IGS Standards  
igs05\_1515.atx.  
Receiver antenna phase center offset relative to the antenna reference is 0.0466926 m  
The antenna reference point offset from the monument reference, based on the RINEX file header, is 0.08 m

Product used to process mers0330.09o: JPL Final

Static point positioning mode (a single set of site coordinates are estimated):

Total number of Phase measurements: 1777. RMS post-fit Phase residuals: 0.005 m. Number of excluded Phase measurements: 0  
Total number of Pseudorange measurements: 1777. RMS post-fit PRange residuals: 0.625 m. Number of excluded PRange measurements: 0

Estimated Cartesian coordinates: X = 4239149.4216 m Y = 2886967.9544 m  
Z = 3778877.0456 m  
Sigmas of Cartesian coordinates: SigX = 0.0038 m SigY = 0.0031 m  
SigZ = 0.0031 m  
Estimated Geodetic coordinates: Lat = 36.56638962 deg East\_Lon = 34.25585302 deg Height = 38.8917 m  
Sigmas of Geodetic coordinates: SigLat = 0.0012 m SigLon = 0.0022 m SigHeight = 0.0052 m

### 7.5.6 Tez kapsamında yapılan proje; OGS (Online GPS Process ) <http://alaeddin.cc.selcuk.edu.tr/ogp/>

ONLINE GPS DATA PROCESS

2009/ 2/ 2 12: 0 (2009.0890) TARİHLİ VERİNİN PROSES RAPORU.

Karesel Ortalama Hata.

Kabul edilebilir çözüm kriterlerinden biride nrms (normalleştirilmiş karesel ortalama hata) değeridir.

İyi bir çözüm için nrms değerinin 0.25 den küçük olması gereklidir.

0.5 den büyük değerler herhangi bir problemin varlığını gösterir.

Örneğin referans alınan istasyon koordinatlarının hatalı olması, giderilemeyen faz kesikliği vs..

	Biases	Loose Const.	reduct.	reduct.		
free	Normalized rms		0.177	0.181	0.161	0.163
fixed	Normalized rms		0.153	0.132		

WGS84 Elipsodi, ITRF2005 e göre Jeodezik Koordinatlar.

Listede referans alınan IGS istasyonları ve hesaplanan noktalara ait bilgiler sergilenmekte olup, nokta isimleri \_IGS veya \_GPS olarak sınıflandırılmıştır.

Desimal Derece Formatında.

Lat	Lon	H
-----	-----	---

NOKTA	Der	Der	m		
ANKR_IGS	39.88737154	32.75847030	976.0029		
ELRO_IGS	33.18200894	35.77065023	1083.1646		
MERS_GPS	36.56638901	34.25585322	38.4896		
NICO_IGS	35.14098686	33.39644695	190.0317		

Derece Dakika Saniye Formatında.

NOKTA	Lat	Lon	H	Der	Da	Sn	m
ANKR_IGS	39	53	14.5375	32	45	30.4931	976.0029
ELRO_IGS	33	10	55.2322	35	46	14.3408	1083.1646
MERS_GPS	36	33	59.0004	34	15	21.0716	38.4896
NICO_IGS	35	08	27.5527	33	23	47.2090	190.0317

ITRF2005 e göre Kartezyen Koordinatlar.

Listede referans alınan IGS istasyonları ve hesaplanan noktalara ait bilgiler sergilenmekte olup, nokta isimleri \_IGS veya \_GPS olarak sınıflandırılmıştır.

NOKTA	X	Y	Z	m	m	m
ANKR_IGS	4121948.467	2652187.911	4069023.772			
ELRO_IGS	4336218.219	3124003.831	3471463.285			
MERS_GPS	4239149.430	2886967.982	3778877.045			
NICO_IGS	4359415.646	2874117.134	3650777.878			

UTM (Universal Transverse Mercator projeksiyonu) Sağa ve Yukarı Değerleri.

NOKTA	Zone	Sağa	Yukarı	m	m
ANKR_IGS	36S	479349.254	4415284.596		
ELRO_IGS	36S	758330.553	3674884.844		
MERS_GPS	36S	612374.815	4047506.026		
NICO_IGS	36S	536114.377	3888750.070		

(3) Derecelik Gauss-Krüger Projeksiyonu Sağa ve Yukarı Değerleri. (Türkiye için)

NOKTA	Dom	Sağa	Yukarı	m	m
MERS_GPS	33	612419.783	4049125.676		

Tablo 7-9 Mers0330.09o Noktası kartezyen koordinat karşılaştırması

Web-Tabanlı PPP	Kartezyen Koordinatlar		
	X(m)	Y(m)	Z(m)
<b>CSRS-PPP</b>	4239149.4223	2886967.9521	3778877.0433
<b>AUSPOS</b>	4239149.414	2886967.949	3778877.038
<b>OPUS</b>	4239149.421	2886967.964	3778877.018
<b>SCOUT</b>	4239149.4196	2886967.9517	3778877.0413
<b>APPS</b>	4239149.4216	2886967.9544	3778877.0456
<b>OGS</b>	4239149.430	2886967.982	3778877.045

Kartezyen koordinatlar karşılaştırıldığında 2 cm yi geçmeyen farklar gözlenmiş. Bu fark için yapılan araştırmada *i-*) her bir sistemin farklı referans noktalarını kullanması *ii-*) bir kısmının ITRF00 koordinat sistemini kullanması *iii-*) sistemlerden bazılarının

IGS noktalarının konumlarını devamlı değerlendirmeye tabi tutmaları gibi faktörlerin olduğu tesbit edilmiştir.

## 7.6 Sistemin Proses Süresi

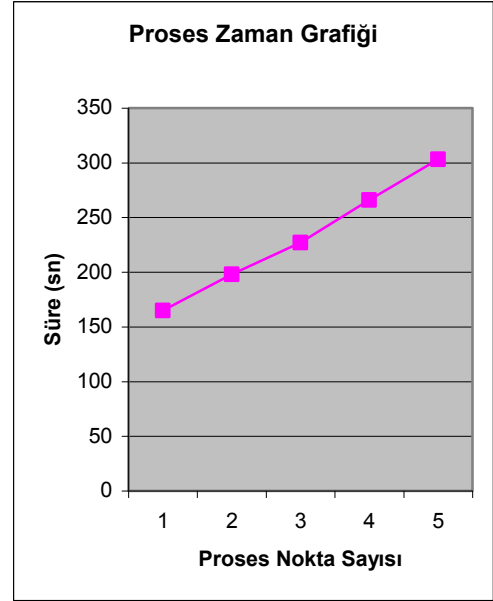
Tez kapsamında hazırlanan arayüz ve yazılımın otomatik proses süresini test etmek için iki bölümde veri hazırlanmıştır. Birinci bölümde sisteme birden başlayıp devamlı artan sayıda 24 saatlik RINEX verisi gönderilmiş, sistemin varsayılan değerleri değiştirilmemiş ve otomatik olarak 3 referans IGS noktası kullanılmış ve FTP ve proses süresi gözlenmiştir. Test verisinde kullanıcının sunucuya dosya gönderme süresi göz önünde bulundurulmamıştır. Çünkü her kullanıcının Internet bağlantı hızının farklılığı veya kullanıcı bilgisayar performansı sonuçları farklı yönde etkilemektedir. Sonuçlar Tablo 7-10 ve Şekil 7-19’ deki grafikte gösterilmiştir.

İkinci bölümde yine sisteme birden başlayıp devamlı artan sayıda 24 saatlik RINEX verisi gönderilmiş, sistemin varsayılan değerleri değiştirilerek referans IGS nokta sayısı 5’e çıkarılmış ve FTP ve proses süresi gözlenmiştir. Sonuçlar Tablo 7-11 ve Şekil 7-20’deki grafikte gösterilmiştir.

Test süreleri için yazılımın FTP, prosese başlama, sonuçları gönderme aşamalarına sunucunun sistem saati bilgilerini kontrol edip sonuçları test dosyasına yazan alt programlar eklenmiştir. Sistemin proses ve FTP süresi sunucu yoğunluğu ve o anki sunucu veya kullanıcı bağlantı hızı ile ilişkilidir. Bu test sunucunun yoğun olmadığı zaman dilimi içinde yapılmıştır. Bu suretle farklı zaman veya yoğunluklarda yapılan proses süreleri ile verilen test değerleri farklılık gösterebilir.

Tablo 7-10 Proses süresi değişimi

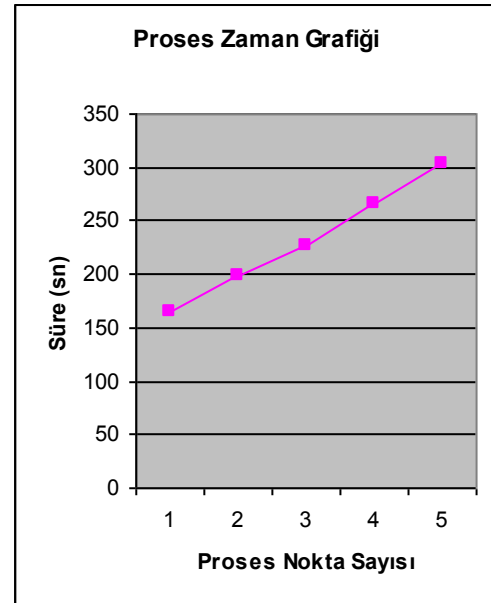
Nokta Sayısı	Proses süresi (sn)	IGS ürünleri FTP süresi (sn)
1	165	26
2	198	26
3	227	26
4	266	26
5	303	26



Şekil 7-19 Proses süresi değişimi grafiği

Tablo 7-11 Proses süresi değişimi

Nokta Sayısı	Proses süresi (sn)	IGS ürünleri FTP süresi (sn)
1	233	39
2	260	39
3	304	39
4	346	39
5	383	39



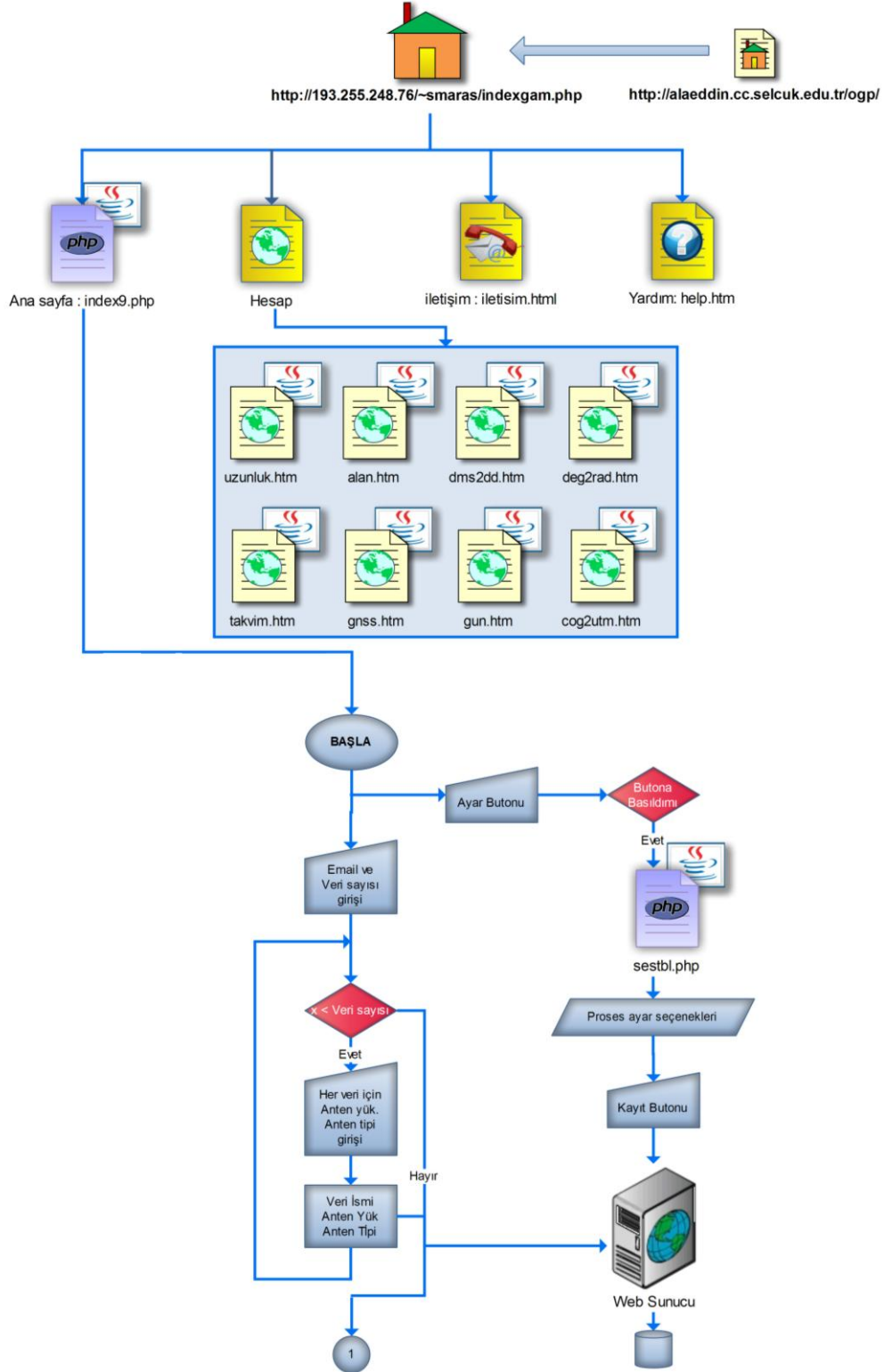
Şekil 7-20 Proses süresi değişimi grafiği

## 7.7 Web Tabanlı Otomatik GPS Veri İşleme Sistemi Arayüzü Akış Diyagramı

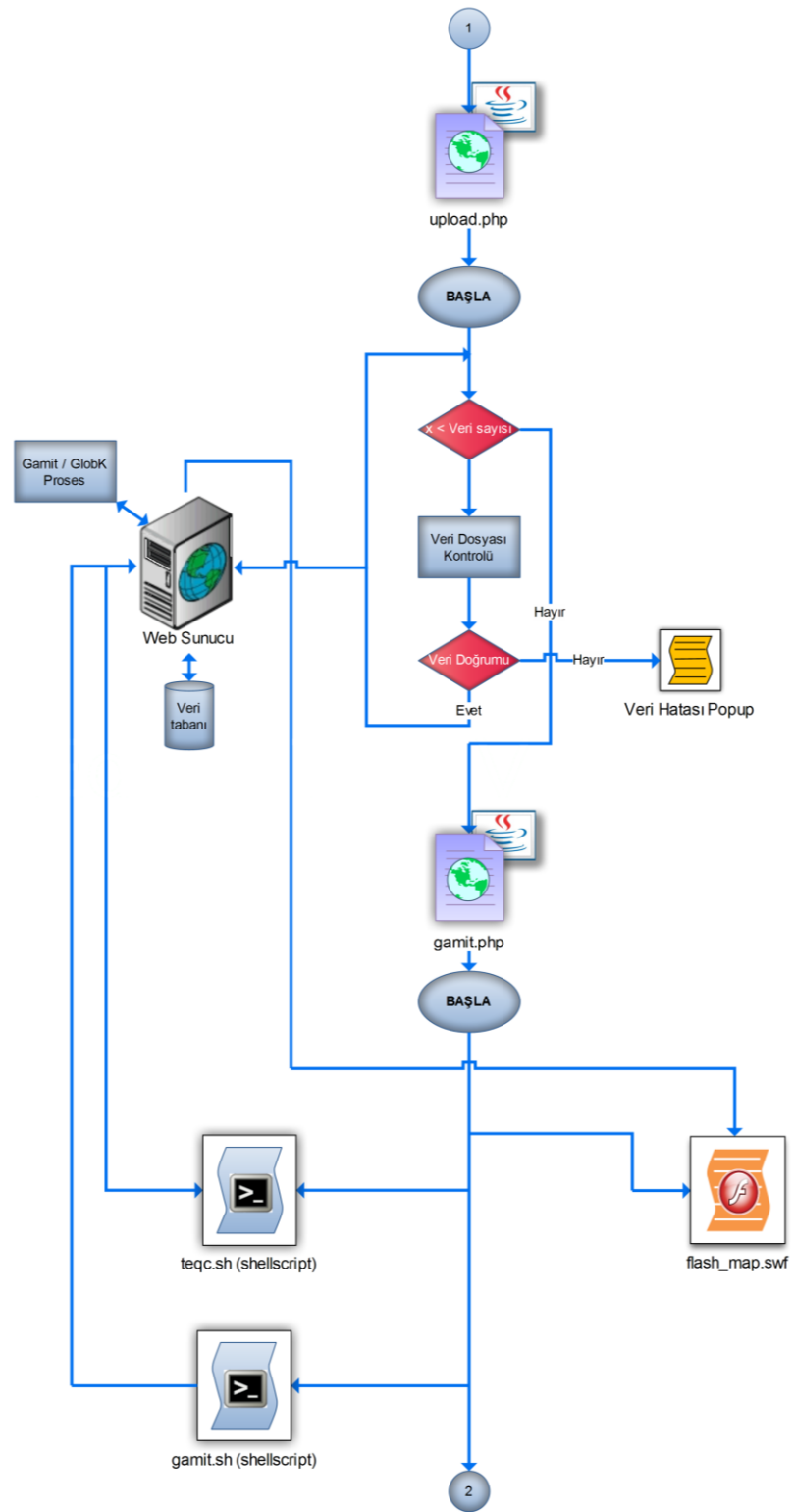
Sistem tez kapsamında kullanılan sunucuda ~smaras kullanıcı dizini içinde çalışmaktadır. Hazırlanan arayüze <http://alaeddin.cc.delcuk.edu.tr/ogp/> adresinde Iframe (inline frame: sayfa içinde başka sayfa açma) nesnesi ile otomatik ilişimlenerek ulaşılmaktadır. Sistem <http://193.255.248.76/~smaras/indexgam.php> betiği ile başlamaktadır. Bu sayfa açıldığında sağ pencerede iframe objesi içinde index9.php betiği otomatik proses için hazır durumdadır. Sol pencere kısmındaki menüde Hesap, İletişim, Yardım sayfalarına link butonu vardır. Index9.php betiği ayarlar butonu ile sestbl.php sayfasını popup pencere olarak açar. Prosese başlama butonu ile upload.php sayfası çalıştırılır bu sayfa kullanıcının sunucuya tek veya çoklu veri göndermesi sağlar ve dosya gönderme sonunda otomatik olarak gamit.php sayfasını çalıştırır. Gamit.php sayfasının 3 görevi vardır. İlk olarak gönderilen verilerin testi için server taraflı çalışan teqc.sh (ShellScript) betiğini, ardından flash\_map.swf isimli flash arayüz programını ve gamit.sh (ShellScript) betiğini çalıştırır. Flash arayüz programı gamit.sh betiğinden gelen bilgileri okuyup kullanıcı tarafından gönderilen ve referans verilerin konumlarını uydu görüntüsü üzerinde gösterir. Ayrıca üzerinde bulunan durum çubuğu ve mesaj kutusu ile proses zamanını ve proses durumunu gösterir. Gamit.sh betiği referans IGS noktalarını tespit edip veri tarihindeki gözlem verilerini FTP yardımı ile hazır hale getirir. Gözlem ve navigasyon bilgilerinin tamamı toplandıktan sonra Gamit/GlobK çalıştırılır. Projeye uygun olması için Gamit/GlobK betiklerinde değişiklikte yapılmıştır. Gamit.sh betiği Gamit/GlobK programının sonuçları vermesinden sonra verilerdeki dönüşümleri ve verilerin email ile gönderilmesi için bir HTML sayfası hazırlar. Hazırlanan sayfa kullanıcı email adresine gönderilir. Gamit.sh betiği Google Maps sayfalarında sonuçların gösterilmesi için içinde sayfa ayar bilgilerinin de bulunduğu veri dosyasını iş dizinine kaydeder. Gamit.sh betiğinin sona ermesinden ile gamit.php sayfası sonraki adımda maps.php sayfasını çalıştırır. Maps.php sayfası gamit.sh betiğinin gönderdiği verileri Google Maps API ile sergiler. Sistemin Akış diyagramı (Şekil 7-21, Şekil 7-22, Şekil 7-23)'de verilmiştir.



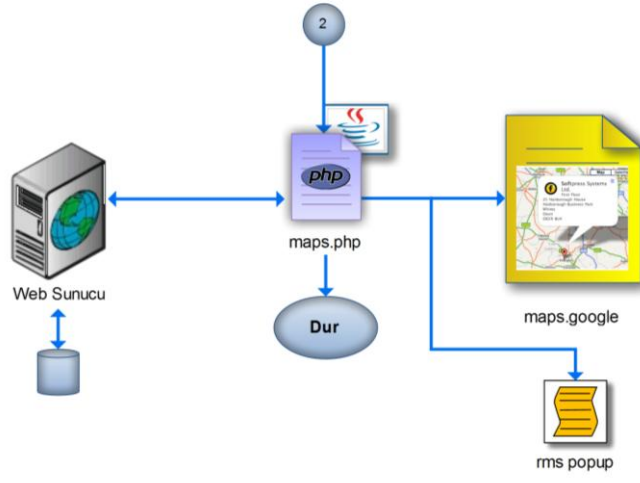
Sistem kapsamında indexgam.php, index9.php, sestbl.php, upload.php, gamit.php, maps.php, teqc.sh ve gamit.sh betikleri hazırlanmış ve Gamit/GlobK betiklerinde de sisteme entegrasyon için birçok kesimde değişikliğe gidilmiştir.



Şekil 7-21 Akış diyagramı



Şekil 7-22 Akış diyagramı



Şekil 7-23 Akış diyagramı

## 8 SONUÇ VE ÖNERİLER

Jeodezi ve farklı disiplinler için hassas konum bileşenlerinin elde edilmesinin tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de önemi artmıştır. *i-*) Deprem mühendisliği, jeofizik ve sismoloji çalışmaları, *ii-*) depremlerin önceden bilinmesi ve erken uyarı sistem tasarımları, *iii-*) deformasyon ve plaka hareketlerinin izlenmesi, *iv-*) jeodezik noktaların hassas konumlarının belirlenmesi gibi disiplinlerde GPS (Global Positioning System) teknolojilerinin yoğun olarak kullanılması ile GPS çözüm tekniklerinde yeni yaklaşım ve arayışlarına yönelinmiştir.

2005 tarihli Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliğine (BÖHHBÜY) göre jeodezik noktaların GPS ile ölçülmesinde en az iki sabit olmak üzere çoğu zaman en az iki gezici GPS alıcısı kullanılmaktadır. Bu durumda kurum, işletme veya kişinin post-proses yöntemi ile GPS ölçüsü yapabilmesi için *i-*) referans noktaları için fazladan alıcı, *ii-*) referans noktalara ulaşım, *iii-*) referans noktalarında ölçü süresince bekleteceği ekipman, *iv-*) proses yazılımına gereksinimi olacaktır. Günümüzde sürekli gözlem yapan uluslararası (IGS) veya ulusal (CORS) ağlar oluşturulmuştur. Bu sayede kullanıcılar hassas post-proses için referans olarak bu ağ noktalarını kullanabilmektedir. Sürekli gözlem yapan referans istasyonları sistemleri verilerini ücretli veya ücretsiz olarak sunmaktadır. Bu durumda kullanıcı kendi gözlem verisi ile bu sistemlerden aldığı gözlem ve navigasyon verilerini GPS proses yazılımı ile post-proses yapabilir. İnternet teknolojilerinin gelişmesiyle uluslararası veya ulusal düzeyde web üzerinden online hassas post-proses yapabilen sistemler oluşturulmuştur. Bu sistemlerden en önemlileri OPUS, SCOUT, AUSPOS, CSRS-PPP, AG (APPS) isimleri altında faaliyet göstermektedir. Kullanıcının referans GPS noktaları verilerini alması ve post-proses yapması gerekmeyecek yerine kullanıcı kendi gözlem verilerini bu sistemlere göndererek proses sonuçlarını alabilecektir. Aksi takdirde farklı kurum veya kişilerce yapılacak hassas post-proseslerde farklı datumların ve koordinatların ortaya çıkması kaçınılmaz olacaktır.

Tez kapsamında oluşturulan web-tabanlı hassas post-proses sistemi ile ulusal anlamda datum, koordinat birliğinin yanında zaman ve maliyet tasarrufu sağlanması amaçlanmıştır. Web-tabanlı veri işleme sistemi kullanıcılara GPS ve proses konusunda bilgileri olmasa da pek çok yolla yardım edebilir. Hazırlanan web sitesi GPS verisini alıp çok az müdahale veya müdahalesiz bir şekilde otomatik olarak veriyi işleyebilmektedir. Diğer uluslararası sitelerden farklı olarak kısa sonuçları birkaç dakika süresinde anlık olarak harita üzerinde sunar ve ayrıca kullanıcıya gönderdiği e-mail raporunda ek olarak ülke koordinat sistemi sonuçlarını da verir. Web-tabanlı sistem diğer birçoğundan farklı olarak proses sırasında kullanıcıya proses parametrelerine manüel müdahale olanağı da sağlamıştır. Bu sayede sistem kullanıcıya geri planda çalıştırılan Gamit/GlobK'nin çözüm şekli, Zenit Gecikmesi kestirimi, Atmosferik gradyent, Atmosferik yükleme, Troposferik kısıt, gözlem yükseklik açısı gibi parametrelerinin kontrolüne olanak sağlar. Sistem kullanıcıya tüm bunların yanı sıra referans olarak kullanılacak IGS noktalarının sayısı, yakınlığı ve seçimi kontrolüne de olanak verir.

1990 yılının başlarında taşıyıcı dalga faz gözlemleri kullanılarak, RTK (Real-Time Kinematic) ölçme tekniği geliştirilmiştir. Günümüzde RTK tekniği Network-RTK olarak uygulamaya başlamıştır. Türkiye'de İstanbul Kültür Üniversitesi (İKÜ) ile Harita Genel Komutanlığı (HGK) ve Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü (TKGM) işbirliği ve TÜBİTAK destekli CORS-TR projesi hayata geçirilmiştir. Proje kapsamında Yaklaşık 80 – 100 km aralıklarda 146 adet CORS referans istasyonu, 3 adet kontrol merkezi kurulmuştur. Bu sistem sayesinde kullanıcılar 24 saat boyunca tüm ülke genelinde gerçek zamanda veya sonradan hesaplarla (post-processing) cm-ler mertebesinde koordinatlarını belirleyebilir. Böylece GPS/GNSS nokta konumları *i-*) çok daha hızlı, ekonomik ve duyarlı olarak hesaplanabilecek *ii-*) ulusal bir standart ve formatta üretilebilecektir. Sistemin otomatik yapısı anlık yani RTK yöntemidir. Ancak sistemin olması gereken bir tarafı da hassas post-proses isteklerine web-tabanlı olarak cevap verebilmesidir. Tez kapsamında gerçekleştirilen web-tabanlı sistem global ölçekte tasarlanmış olsa da (referans olarak IGS noktalarını kullanıyor) çok kolaylıkla sadece ulusal veya lokal ölçekte çalışması

mümkündür. Sistem hassas post-proses amaçlı ulusal ölçekte CORS-TR veya lokal projelere adapte edilebilir.

Tez kapsamında hazırlanan sistem şimdilik Selçuk Üniversitesi bünyesinde bulunan test amaçlı bir sunucuda IGS istasyonlarından faydalanarak çalışmaktadır. Böyle bir sisteminin kurulması, işletilmesi ve yaşatılması görevinin jeodezi alanında faaliyet gösteren resmi bir kurum veya özel girişim tarafından üstlenilmesi gerekli olabilir. Örneğin Sistemin Harita Genel Komutanlığı veya Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü bünyesinde kontrol edilmesi ve yine bu kurum veya kurumlarca işletilebilen sabit GPS ağlarına bağlanması gerekecektir. Sabit GPS ağ verilerini kendi bünyesinde arşivleyen daha geniş kapsamlı bir sistem içine de modüle edilebilecek şekilde hazırlanan yazılım bu sayede, çok daha yüksek doğruluk ve proses hızına sahip olabilir.

Tez kapsamında hazırlanan web-tabanlı hassas post-proses sistemi GPS verisini alıp hiçbir ayar gerektirmeden proses yapabilme yeteneğine sahiptir. Bu şekilde kullanıcı herhangi bir veri işleme yazılımını satın almaya ve kullanmaya gereksinim duymayacaktır. Kullanıcı sadece RINEX veri veya verilerini (maksimum 7) web sayfası yardımı ile sisteme gönderecek (upload) verilerin sisteme alındığı uyarısını alacak ve flash ile sunulan uydu görüntüsü üzerinde RINEX verisi ve referans noktaları konumunu görecektir. Bu aşamada kullanıcının web sayfasını kapatması durumunda dahi proses sonuçları email adresine gönderilebilmektedir. Proses sırasında sistem bir veya daha fazla referans alıcısına (sabit GPS ağına) ve uluslararası GPS servisine (IGS) bağlanır. Böylelikle yüksek doğrulukta IGS ürünlerinin kullanımına olanak sağlanır. Proses sonunda sonuçlar Google Maps kullanılarak kullanıcıya harita üzerinde konum ve bilgi pencereleri yardımıyla verilir. Bilgi pencerelerinde verilen konumsal veriler ve daha fazla bilgi email yolu ile kullanıcıya gönderilir. Sonuç olarak kullanıcının sadece bir adet GPS alıcısıyla dahi proses yapması ve yüksek doğrulukta koordinat verisi alması mümkün olur. Bu sayede kullanıcının bir veya birden çok referans noktası için kullandığı GPS alıcısı, diğer donanım, ekipman ve yoğun emek maliyeti de sıfırlanmış olur. Kullanıcı hassas post-proses için ayrıca bir yazılıma da gereksinim duymayacaktır. Kullanıcın izin

vermesi durumunda verilerinin sisteme bağılı veri tabanında saklanması da ortak bir GPS gözlem veri deposu ortamı sağlayacaktır.

Tez kapsamında oluşturulan web-tabanlı hassas post-proses sistemi işlem süresi gönderilen RINEX veri büyüklüğü, sayısı ve referans nokta sayısına göre farklılık göstermektedir. Genel olarak sistem çok hızlı sonuç vermekte 3 referans noktasına bağlanan bir adet 24 saatlik RINEX verisinin çözüm süresi yaklaşık 165 sn olmaktadır. Bu örnek çözümde sunucu IGS veri sağlayıcılardan FTP (File Transfer Protocol- Dosya Aktarım Protokolü) ile gözlem navigasyon ve diğer verileri yaklaşık 26 sn gibi kısa bir sürede alabilmektedir. Diğer uluslar arası sistemlere göre bu sürenin çok kısa olduğu gözlemlenmiştir. Ancak çözüm süresini olumsuz yönde etkileyecek faktörlerin de göz önünde bulundurulması gerekir. Bu faktörler sunucunun yoğunluğu, aynı anda birden çok proses yapması, IGS ürün sağlayıcılarının yoğunluğu, dosya gönderme ve alma sürelerini etkileyen internet bağlantı hızının yavaşlığı olarak sıralanır. Sistemin yukarıda bahsedildiği gibi kamu ve özel sektörce sahiplenmesi durumunda proses yapacak sunucunun yalnızca bu sisteme aidiyeti, referans olarak kullanılacak nokta verilerinin sunucunun doğrudan ulaşabileceği depolama aygıtlarında olması çözüm süresini daha da kısaltabilir. Yinede hassas post-proses çözümlerinde uydu yörünge bilgilerinin IGS veri sağlayıcılar ve diğerleri tarafından 14 gün sonra yayımlanabildiği bilinmelidir.

## KAYNAKLAR

- Aktuğ, B., Yıldırım, Ö., Cingöz, A., Lenk, O., Bakıcı, S., Kılıçoğlu, A., Aysezen, M., Erdoan, A.O.**, 2009, “TUSAGA-AKTİF (CORS-TR)” 4. Ulusal Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu 14-16 Ekim 2009 / KTÜ - Trabzon
- Bildirici, İ.Ö., Boge,S., Alpsal,B.S.**, 2009, “Ücretsiz Veri ve Teknolojiler ile Web Haritalarının Oluşturulması: Google Map API Teknolojisi”, TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi. 02-06 Kasım 2009, İzmir
- Beutler, G., Bock, H., Brockman, E., Dach, R., Fridez, P., Gurtner, W., Hugentobler, U., Ineichen, D., Johnson, J., Meindl, M., Mervart, L., Rothacher, M., Schaer, S., Springer, T. ve Weber, R.**, 2001, “Bernese GPS Software Version 4.2”, Astronomical Institute, Bern Üniversitesi, Bern, İsviçre.
- Bisnath, S.B., Mendes, V.B. ve Langley, R.B.**, 1997, “Effects of tropospheric mapping functions on space geodetic data”, IGS Analysis Center Workshop, Pasadena, CA, 12-14 March.
- Cannon, M.E. ve Lachapelle, G.**, 2003, “GPS Positioning, ENGO 561 Ders Notu”, Geomatik Mühendisliği Bölümü, Calgary Üniversitesi, Kanada.
- Darie C, Brinzarea B., Cherecheş -Toşa F., Bucica M.**, 2006, AJAX and PHP, Building Responsive Web Applications, Packt Publishing, Sayfa:42,
- Dawson, J., Govind, R., and Manning, J.**, 2002, “The AUSLIG online GPS processing system. (AUSPOS)”, Geoscience Australia, ([http://www.ga.gov.au/image\\_cache/GA5057.pdf](http://www.ga.gov.au/image_cache/GA5057.pdf)) (Nov. 2006).



- Dong, D.-N., Bock, Y.,** 1989, "GPS network analysis with phase ambiguity resolution applied to crustal deformation studies in California", *J. Geophys. Res.*, 94, 3949-3966.
- El-Rabbany, A.,** 2006, "Introduction to GPS-The Global Positioning System" Artech House, Boston, London.
- Erickson, C.,**1992, "Investigation of C/A Code and Carrier Measurement and Techniques for Rapid Static GPS Surveys", UCGE Report Number 20044, The University of Calgary, Canada
- Gökalp, E.,** 1995, "GPS Ölçme Süresini Kısaltma Amaçlı Yöntem Geliştirme" Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. Trabzon
- Hartman, G.K., Leitinger, R.** 1984, "Range errors due to ionospheric and tropospheric effects for signals above 100 Mhz", *Bulletin Geodesique*, sayı:58, syf: 109-136.
- Heroux, P., Caissy, M., and Gallace, J.,** 1993, "Canadian active control system data acquisition and validation. Proc.", 1993 IGS Workshop, Univ. of Berne, Berne, Switzerland, 49–58.
- Herring, T. A.,**1999, "Geodetic Applications of GPS", *Proceeding of IEEE*, Vol.87, No.1.
- Herring, T. A., King, R. W. and Mc. Clusky, S. C.,** 2006, *GAMIT Reference Manual. GPS Analysis at MIT, Release 10.3, Department of Earth, Atmospheric and Planetary Sciences, Massachusetts Institute of Technology.*
- Hofmann-Wellenhof, B., Lichtenegger, H. ve Collins, J.,** 1997, "Global Positioning System: Theory and Practice." Springer-Verlag, Vienna.

- Hofmann-Wellenhof, B., Lichtenegger H, Wasle E.,** 2008, GNSS-Global Navigation Satellite Systems - GPS, GLONASS, Galileo & more. Springer-Verlag Vienna
- Holzner S.,** 2006, Ajax For Dummies, Wiley Publishing, Inc., sf: 40,
- Janes, H.W., Langley, R.B. ve Newby, S.P.,** 1991, “Analysis of tropospheric delay prediction models: Comparisons with ray tracing and implications for GPS relative positioning”, Bulletin Géodésique, Vol. 65, pp. 151-161.
- Kahveci, M.,** 1997, Türkiye Koşullarında Yapılan GPS Gözlemlerinde Ortam Etkilerinin Araştırılması, Doktora tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul,
- Kahveci, M.,** 2009, “Gerçek Zamanlı Ulusal Sabit GNSS (CORS) Ağları ve Düşündürdükleri”,HKM Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi 2009/1 Sayı 100
- Kahveci, M. Yıldız, F.,** 2005, “GPS Teori ve Uygulama”, Nobel Yayın Dağıtım, İstanbul.
- Kılıçoğlu, A., Fırat, O.,** 2003, “Büyük Ölçekli Harita Üretiminde GPS ile Ortometrik Yükseklik Belirlemeye Yönelik Jeoid Modelleme ve Uygulamalar”, TUJK 2003 Yılı Bilimsel Toplantısı Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Jeodezik Ağlar Çalıştayı Konya.
- King, R. W., and Bock, Y.,** 2005, “Documentation for the GAMIT GPS processing software release 10.2”, Massachusetts Institute of Technology., Cambridge, Mass.

**Krakiwsky, E.J.**, 1975, "A Synthesis of Recent Advances in the Method of Least Squares", Lecture Notes No.42, University of New Brunswick

**Langley, R.B.**, 1993, "GPS Observables", GPS World, sayı 4(4), sayfa 52-59

**MacMillan, D.S. ve Ma, C.**, 1994, "Evaluation of very long baseline interferometry atmospheric modeling improvements", Journal of Geophysical Research, January, Vol. 99, No. B1, sayfa 637-651.

**Martin, D.**, 2007, Geodetic Connections. OPUS Rapid Static, The American Surveyor, 4(3), 44, 46-48

**Martin, T. V.**, 2000, MicroCosm, Vols. 1-4, Van Martin Systems, Inc.

**Mekik, Ç.**, 1999, "GPS'e Atmosferin Etkileri", Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası Dergisi, sayı: 86, syf: 14-20.

**Mendes, V.B. ve Langley, R.B.**, 1994, "A comprehensive analysis of mapping functions used in modeling tropospheric propagation delay in space geodetic data", in KIS94-Proceedings of the International Symposium on Kinematic Systems in Geodesy, Geomatics and Navigation, Banff, Alberta, 30 August-2 September, The University of Calgary, Calgary, Alberta, Canada, sayfa 87-98.

**Merminod, B.**, 1989, "The Use of Kalman Filters in GPS Navigation", Unisurv S-35, Reports from School of Surveying, The University of New South Wales, Kensington, Australia.

**Meyer, T.H. ve Hiscox, A.L.**, 2005, "Position Errors Caused by GPS Height of Instrument Blunders.", Survey Review, 38, 262-273.

- Niell, A.E.**, 1996, "Global mapping functions for the atmosphere delay at radio wavelengths", Journal of Geophysical Research, Vol. 101, No. B2, sayfa 3227-3246.
- Roulston, A., Nicholas, T. ve Zhang, K.** 2000, "An Evaluation of Various GPS Satellite Ephemerides", Proceedings of ION-GPS 2000, 10-15 Eylül, Salt Lake City, Amerika, s. 45-54.
- Rizos, C.**, 1997, "Principles and Practice of GPS Surveying", Monograph 17, School of Geomatic Engineering, The University of New South Wales
- Satirapod, C.**, 2002, "Improving the GPS Data Processing Algorithm for Precise Static Relative Positioning", Ph. D. Thesis, School of Geomatic Engineering, The University of New South Wales, Sydney, Australia
- Seeber, G.**, 1993, Satellite Geodesy: Foundations, Methods and Applications, Walter de Gruyter, New York.
- Soler, T., P. Michalak, N.D. Weston, R.A. Snay & R.H. Foote.**, 2006a, "Accuracy of OPUS Solutions for 1- to 4-h Observing Sessions", GPS Solutions, 10(1), 45-55.
- Soler, T., N.D. Weston, R.A. Snay, G.L. Mader & R.H. Foote.**, 2006b, "Precise Georeferencing Using The On-Line Positioning User Service (OPUS)", Proc. XXIII International FIG Congress, 8-13 October 2006, Munich, Germany, 12p.
- Şanlıoğlu, İ.**, 2004, "Global Konum Belirleme Sistemi (GPS) Yazılımlarının Veri İşleme Modüllerinin Uluslararası Gps Servisi (IGS) Ürünleri Kullanarak Test Edilmesi", Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi Selçuk Üniversitesi. KONYA

- Şanlıoğlu, İ., İnal, C.**, 2005, “Web Tabanlı Otomatik Veri İşleme Sistemi Tasarımı”  
TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 10. Türkiye Harita  
Bilimsel ve Teknik Kurultayı 28 Mart - 1 Nisan 2005, Ankara
- Teunissen, P.J.G. ve Kleusberg, A.**, 1998, “GPS for Geodesy”, Springer-Verlag,  
Berlin.
- Wanninger, L.**, 2004, “Ionospheric Disturbance Indices for RTK and Network RTK  
Positioning”, ION GNSS, CA.
- Weston, N.D., G.L. Mader, and T. Soler.**, 2007, “OPUS Projects - A Web-Based  
Application To Administer And Process Multi-Day GPS Campaign  
Data”, Proc., FIG Working Week, Hong Kong, May 13-17, 10p.
- Weston, N.D., T. Soler, and G.L. Mader.**, 2007, “Web-Based Solution For GPS  
Data.”, NOAA OPUS, GIM International, 21(4), 23-25
- Zumberge, J. F., Heflin, M. B., Jefferson, D. C., Watkins, M. M., and Webb, F.  
H.**, 1997, “Precise point positioning for the efficient and robust  
analysis of GPS data from large networks.”, J. Geophys. Res.,  
102(B3), 5005–5017.
- URL-1** 2008, <http://milhouse.jpl.nasa.gov/ag/>
- URL-2** 2010, <http://apps.gdgps.net>
- URL-3** 2008, <http://www.ga.gov.au/geodesy/sgc/wwwgps/>
- URL-4** 2008, [http://www.geod.nrcan.gc.ca/online\\_data\\_e.php](http://www.geod.nrcan.gc.ca/online_data_e.php)
- URL-5** 2008, <http://www.ngs.noaa.gov/OPUS/>

- URL-6** 2008, <http://sopac.ucsd.edu/cgi-bin/SCOUT.cgi>
- URL-7** 2008, <http://sopac.ucsd.edu/>
- URL-8** 2010, <http://www.ecma-international.org/publications/files/ECMA-ST/Ecma-262.pdf>
- URL-9** 2010, <http://iibf.erciyes.edu.tr/gg/web/javascript.pdf>
- URL-10** 2010, <http://www.mutasyon.net/kitaplar.asp> Hakkı Öcal javascript ders notu sf:8
- URL-11** 2010, <http://www.w3.org/standards/webdesign/htmlcss>  
<http://www.w3.org/TR/REC-html40/>
- URL-12** 2010, <http://164.214.2.59/GandG/wgs-84/egm96.html>
- URL-13** 2010, [http://tr.wikipedia.org/wiki/Uygulama\\_programlama\\_arayüzü](http://tr.wikipedia.org/wiki/Uygulama_programlama_arayüzü)
- URL-14** 2010, <http://visibleearth.nasa.gov>

**EK A**

## 2009/1/23 12:00 (2009.0616) TARİHLİ VERİNİN

### PROSES RAPORU.

#### 1.Karesel Ortalama Hata.

Kabul edilebilir çözüm kriterlerinden biride NRMS (normalleştirilmiş karesel ortalama hata) değeridir. İyi bir çözüm için NRMS değerinin 0.25 den küçük olması gereklidir. 0.5 den büyük değerler herhangi bir problemin varlığını gösterir. Örneğin referans alınan istasyon koordinatlarının hatalı olması, giderilemeyen faz kesikliği vs..

		Biases	Loose Const.	reduct.	reduct.
free	Normalized rms	0.168	0.172	0.159	0.163
fixed	Normalized rms	0.221	0.201		

#### 2.WGS84 Datumu, ITRF2005 e göre Jeodezik Koordinatlar.

Listede referans alınan IGS istasyonları ve hesaplanan noktalara ait bilgiler sergilenmekte olup, nokta isimleri \_IGS veya \_GPS olarak sınıflandırılmıştır.

##### 2.1 Desimal Derece Formatında

NOKTA	Lat Der	Lon Der	Elipsoidal H(m)	Geoid H(m)
ANKR_IGS	39.88737148	32.75847012	976.0166	939.1293
ISTA_IGS	41.10444781	29.01934168	147.2413	110.0014
NICO_IGS	35.14098680	33.39644696	190.0116	162.0156
NSSP_IGS	40.22645568	44.50292841	1194.7500	1173.2525
SAMN_GPS	41.34400251	36.25564431	33.6982	7.2412
ZECK_IGS	43.78839321	41.56506770	1166.2844	1145.0215

##### 2.2 Derece Dakika Saniye Formatında

NOKTA	Lat Der Da Sn	Lon Der Da Sn	H m
ANKR_IGS	39 53 14.5373	32 45 30.4924	976.0166
ISTA_IGS	41 06 16.0121	29 01 09.6300	147.2413
NICO_IGS	35 08 27.5525	33 23 47.2091	190.0116
NSSP_IGS	40 13 35.2404	44 30 10.5423	1194.7500
SAMN_GPS	41 20 38.4090	36 15 20.3195	33.6982
ZECK_IGS	43 47 18.2156	41 33 54.2437	1166.2844



### 3. ITRF2005 e göre Kartezyen Koordinatlar

Listede referans alınan IGS istasyonları ve hesaplanan noktalara ait bilgiler sergilenmekte olup, nokta isimleri \_IGS veya \_GPS olarak sınıflandırılmıştır.

NOKTA	X m	Y m	Z m
ANKR_IGS	4121948.489	2652187.906	4069023.775
ISTA_IGS	4208830.230	2334850.393	4171267.271
NICO_IGS	4359415.635	2874117.127	3650777.862
NSSP_IGS	3478646.507	3418805.910	4097987.286
SAMN_GPS	3866998.201	2835986.185	4191202.945
ZECK_IGS	3451174.611	3060335.509	4391955.678

### 4. UTM (Universal Transverse Mercator projeksiyonu) Sağa ve Yukarı Değerleri.

NOKTA	Zone	Sağa m	Yukarı m
ANKR_IGS	36S	479349.238	4415284.589
ISTA_IGS	35T	669566.177	4552316.786
NICO_IGS	36S	536114.378	3888750.064
NSSP_IGS	38T	457710.524	4453010.547
SAMN_GPS	37T	270388.326	4580579.741
ZECK_IGS	37T	706384.542	4851568.565

### 5. (3) Derecelik Gauss-Krüger Projeksiyonu Sağa ve Yukarı Değerleri.(Türkiye için)

NOKTA	Dom	Sağa m	Yukarı m
SAMN_GPS	36	521396.473	4578808.791

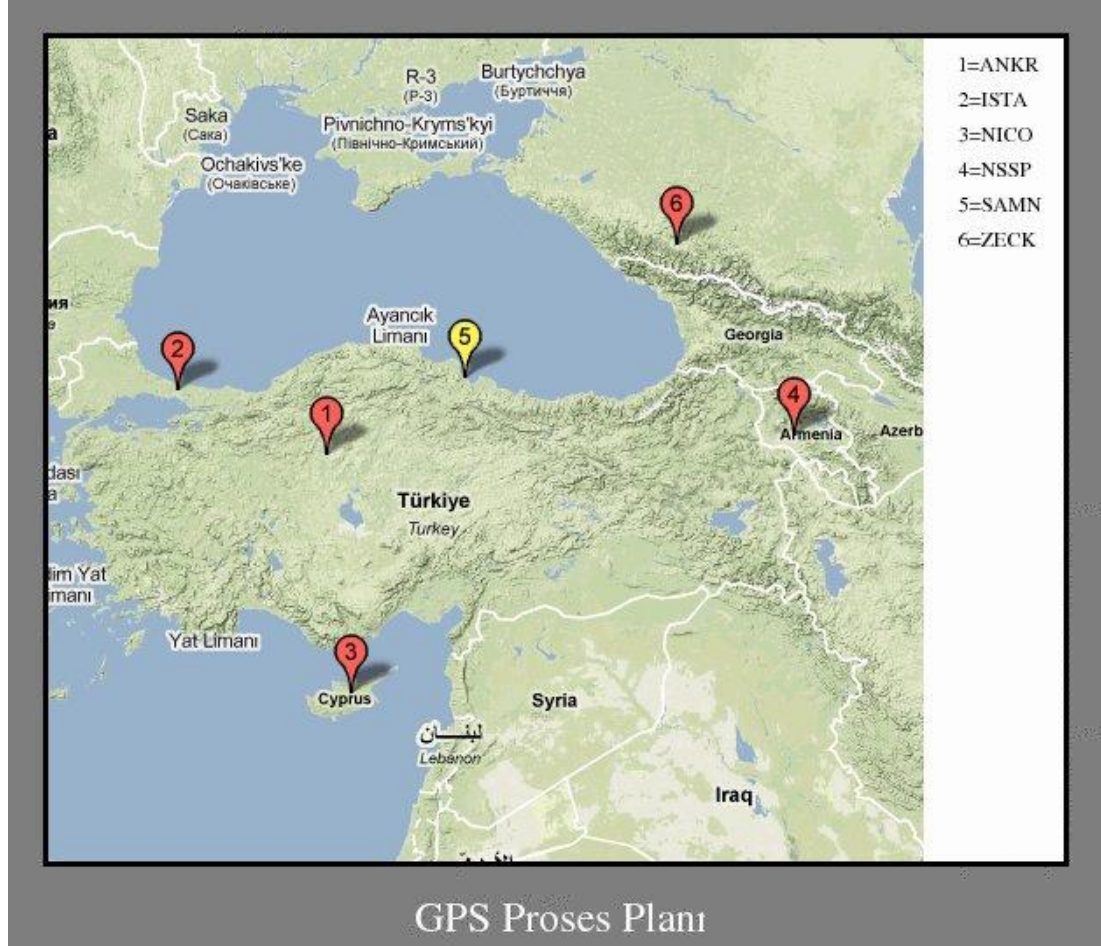
### 6. Global Kalman Filtreleme Sonuçları

Proses işleminiz 3 sabit istasyon (ANKR ZECK ISTA ) referans alınarak yapıldı. Kalman filtreleme için en az 3 sabit istasyon gerekli olup tavsiye edilen sabit istasyon sayısı 6 veya üzeridir.

NOKTA	X m	sigma mm	Y m	sigma mm	Z m	sigma mm
SAMN_GPS	3866998.204	±6.20	2835986.169	±4.77	4191202.952	±6.20

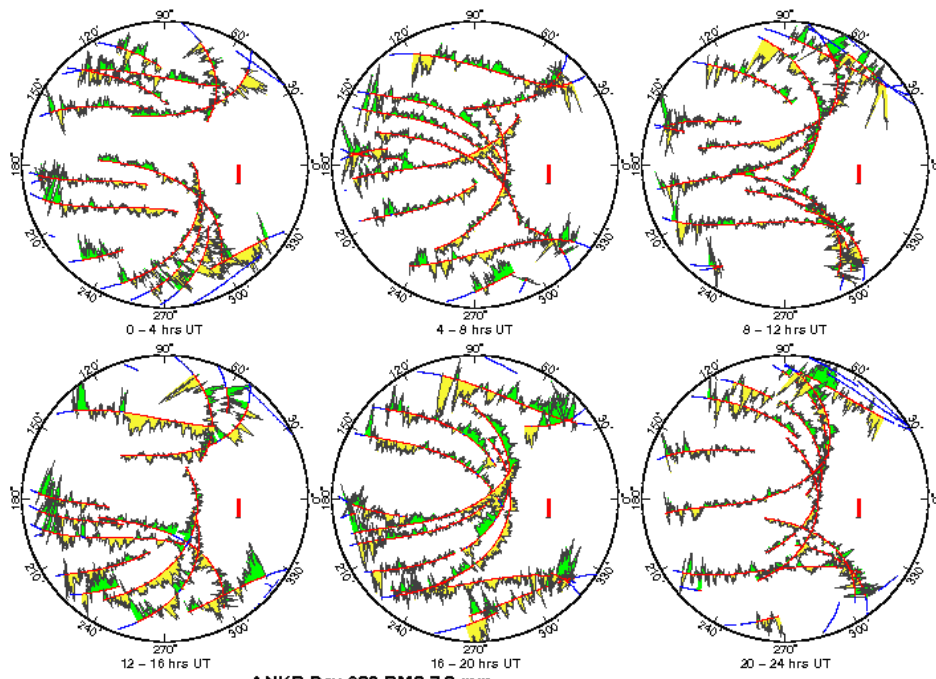
## 7. Proses Planı.

Haritada kırmızı renkli marker'lar referans noktalarını, sarı renkli marker'lar ise kullanıcı gözlem noktalarını gösterir.

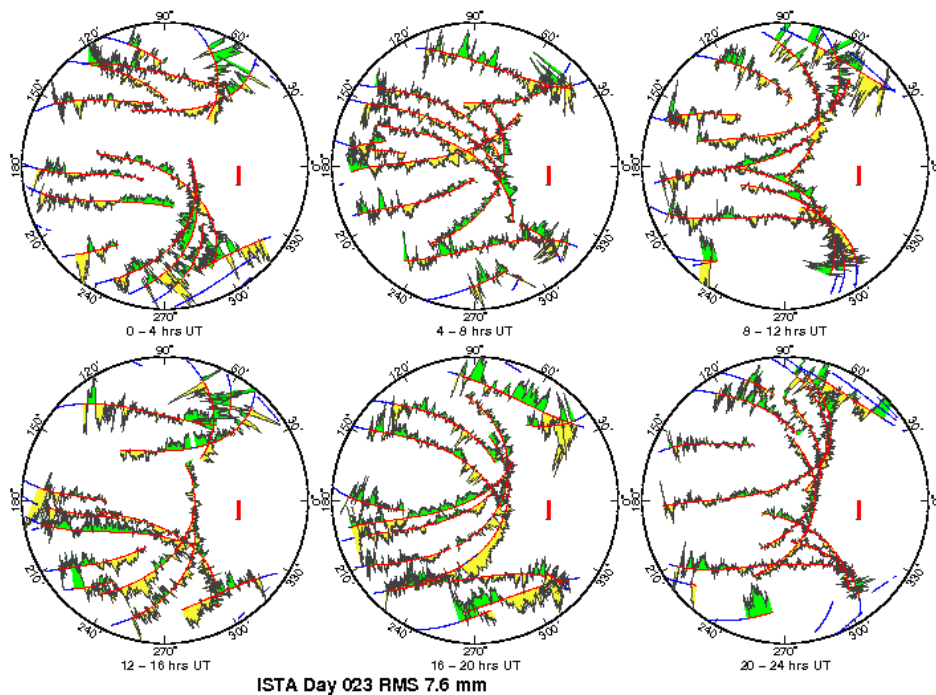


## 8. Ölçülere Gelen Düzeltmelerin Azimut ve Yükseklik Açısına Bağlı Dağılımı.

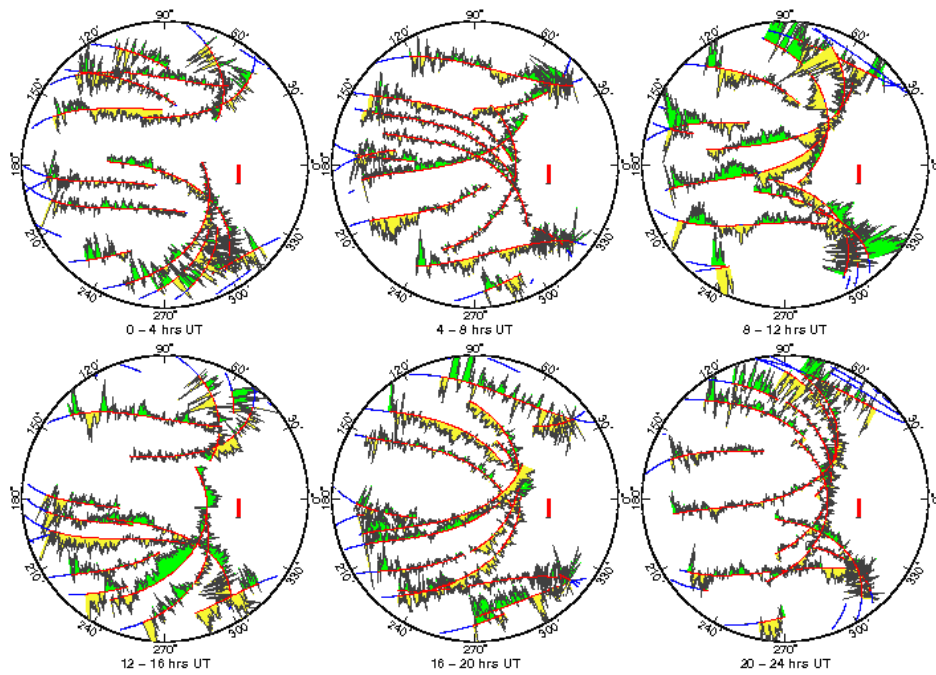
Referans ve kullanıcı gözlem noktasından yapılan ölçülere gelen düzeltmelerin azimut ve yükseklik açısına bağlı dağılımının grafiksel gösterimidir. Bölümde 24 saat için dörder saat aralıklarla 6 adet farklı grafik verilmektedir. Grafiklerin hangi nokta ve güne ait olduğu ve karesel ortalama hata miktarı mm cinsinde verilmiştir. Grafiklerde kırmızı kısa düz çizgi 10 mm ölçeksel büyüklüğü göstermektedir. Uydu yörüngeleri kırmızı renkte yay parçaları olarak çizilmiştir. Sarı değerler pozitif düzeltmeleri yeşil değerler negatif düzeltmeleri göstermektedir. Dairenin kenarlarına yaklaştıkça sarı ve yeşil renkler daha net bir şekilde görülmekte ve büyümektedir. Azimut yükseklik diyagramı olarak adlandırılan grafikte dairesel kısmın merkezi  $90^\circ$  yükseklik açısı olarak yorumlanırsa yani zenit açısı  $0^\circ$  olduğunda ve merkezden dışarı doğru gittikçe yükseklik açısı daha düşük değerlere gelmektedir. Böylelikle uydu yörüngesine gelen iyonosferden bağımsız düzeltme miktarları artmaktadır. Her gözlem noktası için hazırlanan grafikler aşağıda verilmiştir.



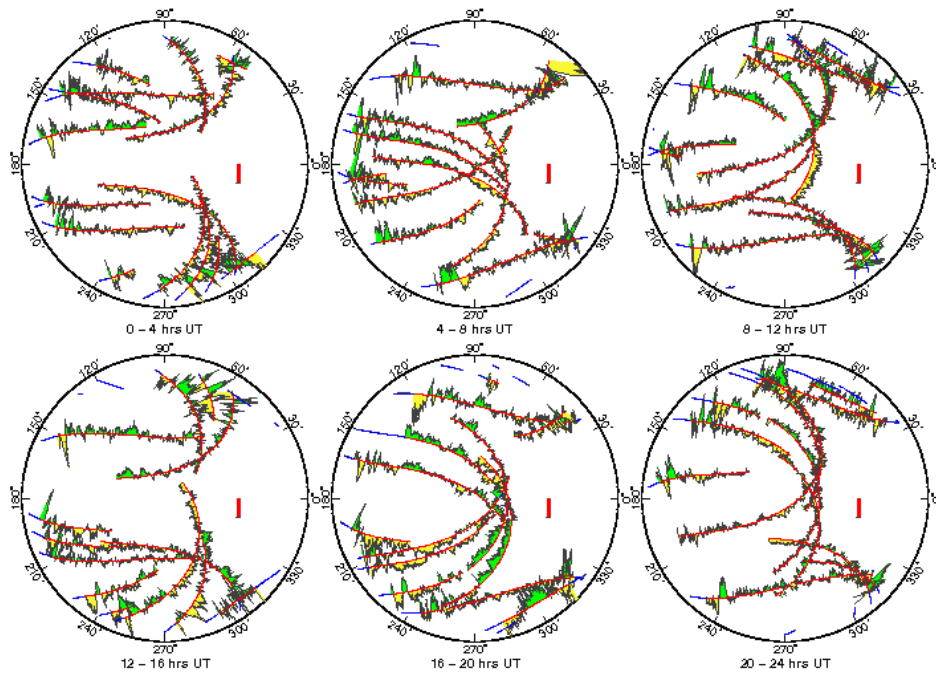
GMV 2010 May 24 08:16:16 ANKR DPH LC Residual Scale 0.5 Tick: 10mm



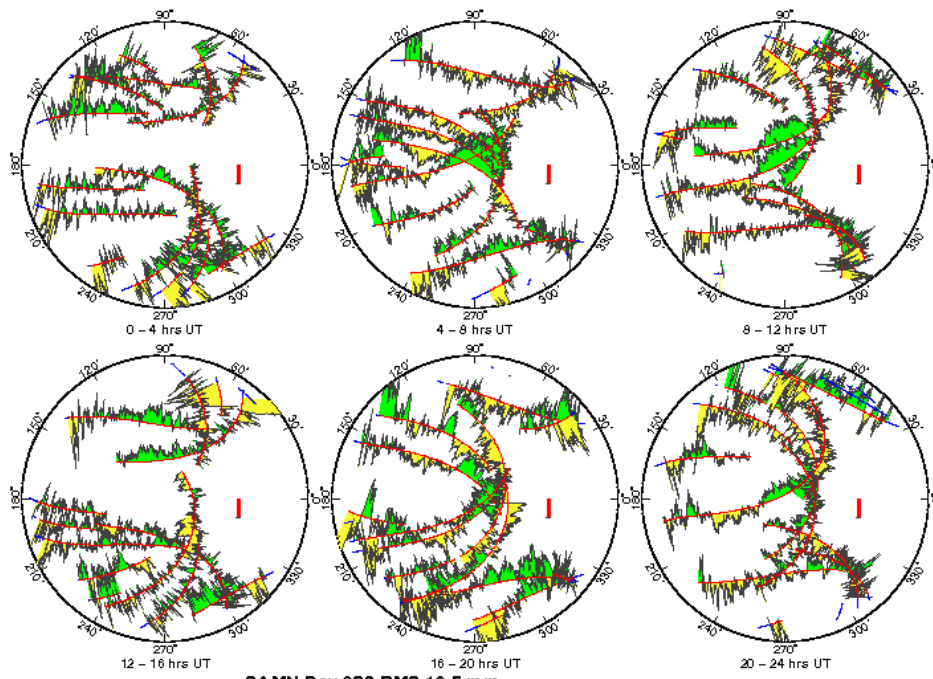
GMV 2010 May 24 08:16:21 ISTA DPH LC Residual Scale 0.5 Tick: 10mm



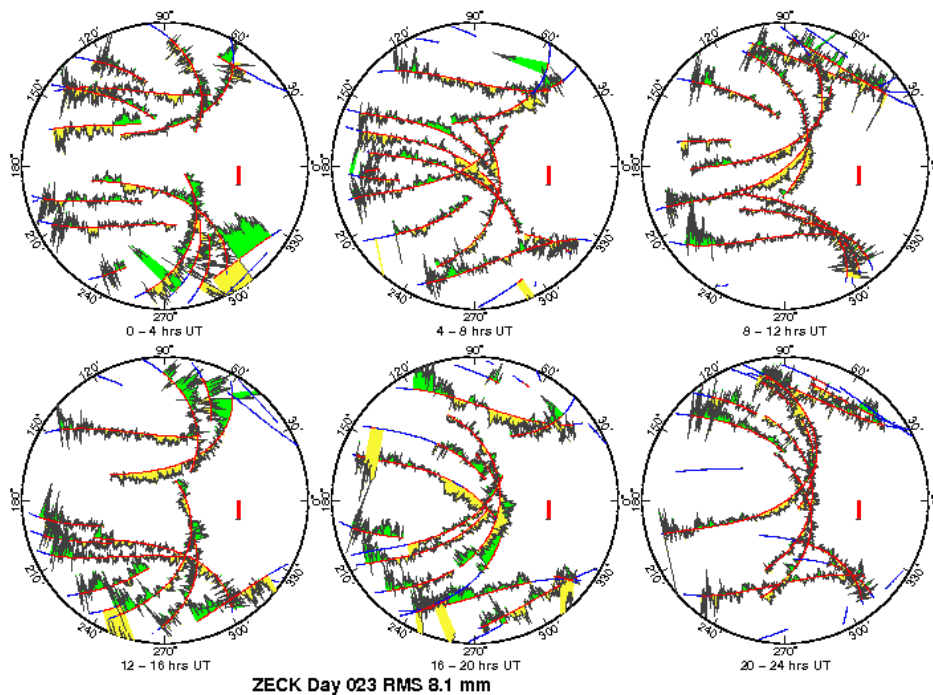
GMV 2010 May 24 08:16:27 NICO DPH LC Residual Scale 0.5 Tick: 10 mm



GMV 2010 May 24 08:16:32 NSSP DPH LC Residual Scale 0.5 Tick: 10 mm



GMV 2010 May 24 08:16:37 SAMN DPH LC Residual Scale 0.5 Tick: 10 mm



GMV 2010 May 24 08:16:43 ZECK DPH LC Residual Scale 0.5 Tick: 10 mm



## 9. Ölçüleme Gelen Düzeltmelerin Yükseklik Açısına Bağlı Dağılımı.

Gözlem yapılan istasyonların yükseklik açısına bağlı LC faz düzeltmeleri grafiksel olarak gösterilir. Referans alınacak istasyonlar bu grafiğe göre seçilebilir. Şekil üstündeki formül yüksekliğe bağlı ortalama hata miktarını gösteren bir eşittir.

